



UNIVERSIDAD  
TECNOLÓGICA  
DEL PERÚ

# **Facultad de Ingeniería**

**Carrera Profesional de Ingeniería de Sistemas e  
Informática**

**Tesis para optar el Título Profesional de  
Ingeniero de Sistemas e Informática**

**“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA ZIGBEE EN  
LOS PROCESOS ASISTENCIALES PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS  
OPERATIVOS DE LA CLÍNICA SAN BERNARDO.S.A.”**

**Autor:**

**Ancasi Huallpa, Henry**

**Asesor:**

**Molina Velarde, Pedro Angel**

**Lima – Perú  
2018**

### **Dedicatoria**

A mi madre que siempre dedico su tiempo y esfuerzo para brindarme su apoyo, también a todos aquellos familiares y amigos que conocí en toda mi formación que con su ayuda y aliento me ayudaron a cumplir mis objetivos.

### **Agradecimientos**

Quiero agradecer de forma especial:

A los docentes de la Universidad Tecnológica del Perú, por su innegable esfuerzo para formar agentes de cambio para la sociedad y que con su esfuerzo y perseverancia logran construir profesionales de calidad.

Agradecer a los distintos profesionales que dieron sus aportes en las distintas secciones de la presente tesis.

A mi familia por su innegable apoyo en toda mi formación como profesional y en especial a mis hermanos que me inculcaron la pasión por la ingeniería.

## TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES .....	3
1.1. DEFINICION DEL PROBLEMA .....	3
1.1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	3
1.1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	5
1.2. DEFINICION DE LOS OBJETIVOS Y ALCANCE.....	6
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
1.2.3 ALCANCES, RESTRICCIONES, SUPUESTOS Y LIMITACIONES .....	6
1.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION.....	8
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTO TEORICO .....	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION.....	20
2.1.1 Nivel Nacional .....	20
2.1.2 Nivel Internacional.....	20
2.2. MARCO TEORICO.....	22
2.2.1 Análisis de la Situación Actual .....	22
2.2.2 Análisis Estratégico .....	23
2.2.3 Desafíos Estratégicos .....	26
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	27
2.3.1 REVISION DE METODOS Y METODOLOGIAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE.....	27
2.3.2 REDES INALÁMBRICAS .....	45
2.4. MARCO LEGAL.....	53
2.4.1. LEY GENERAL DE SALUD .....	53
2.4.2. LEY 26842:.....	54
2.4.3. Ley N° 29733.....	55
2.4.4. Decreto Legislativo Nro. 1158 y el 1289.....	56
2.4.5. Ley Nro. 30024 .....	56
CAPÍTULO 3. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	57
3.1. PLANIFICACION .....	57
3.1.1. PLAN DE PROYECTO.....	57
3.1.2. DIAGRAMA DE RESUMEN (DE LA LINEA BASE).....	57
3.1.3. DIAGRAMA DE HITOS (DE LA LINEA BASE) .....	57
3.1.4. DIAGRAMA DE RECURSOS: .....	58
3.2. MODELAMIENTO .....	58
3.2.1. MODELO DE NEGOCIO .....	58
3.2.2. ANALISIS .....	59
3.2.3. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES:.....	62
3.2.3.1. Módulo de Admisión: .....	62
3.2.3.2. Módulo de Consultorio Externo y Hospitalización: .....	63
3.2.3.3. Módulo de Laboratorio Clínico: .....	63
3.2.3.4. Módulo de Radiología: .....	64

3.2.3.5.	Módulo de Farmacia: .....	64
3.2.3.6.	Módulo de Administración: .....	64
3.2.4.	LISTADO DE REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES: .....	65
3.2.4.1.	INTERFACES DE USUARIO AMIGABLE: .....	65
3.2.4.2.	INTERFACES DE COMUNICACIÓN: .....	66
3.2.4.3.	REQUISITOS PARA EL DESEMPEÑO:.....	66
3.2.4.4.	SEGURIDAD. ....	67
3.2.5.	REQUISITOS DE INTEGRACIÓN: .....	73
3.2.6.	REQUERIMIENTOS POST DESARROLLO .....	77
3.2.7.	DIAGRAMA DE CASOS DE USO Y SECUENCIAS .....	78
3.2.7.1.	LISTA DE CASOS DE USO GENERADOS POR USUARIO:.....	78
3.2.7.2.	DIAGRAMAS DE CLASES GENERAL .....	93
3.2.7.3.	DIAGRAMAS DE CLASES DE HISTORIA CLINICA .....	94
3.2.7.4.	DIAGRAMAS DE CLASES DE ADMISIÓN.....	95
3.2.8.	DISEÑO .....	96
3.2.8.1.	DIAGRAMA DE COMPONENTES.....	96
3.2.8.2.	DIAGRAMA DE RED ACTUAL .....	97
3.2.8.3.	DIAGRAMA DE RED PROPUESTO .....	98
3.2.8.4.	DIAGRAMA DE LA BASE DE DATOS .....	99
3.3.	DESARROLLO .....	100
3.3.1.	PROTOTIPO.....	100
3.3.1.1.	ESTRUCTURA DE LA PLATAFORMA DEL PROTOTIPO.....	100
3.3.1.2.	INTERFACES DE USUARIO DE SISTEMA.....	101
3.3.2.	PRUEBAS: .....	118
3.3.2.1.	MODELO EN V - PARA PRUEBAS DE CALIDAD DE SOFTWARE .....	119
3.4.	APLICACIÓN .....	126
3.4.1.	IMPLEMENTACION.....	126
3.4.2.	PROCESO DE IMPLEMENTACION .....	131
3.4.3.	INSTALACIÓN DE LOS PAQUETES EN LOS SERVIDORES .....	132
3.4.4.	WEB SERVICE PARA LOS DISPOSITIVOS ZIGBEE.....	132
3.4.5.	CONFIGURACION DE LAS BALIZAS, RUTEADORES Y CONTROLADOR EN LA RED ZIGBEE .....	133
3.5.	MONITOREO.....	135
3.6.	MANTENIMIENTO.....	137
CAPÍTULO 4.	ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO .....	139
4.1.	ANÁLISIS DE COSTO .....	139
4.2.	ANÁLISIS DE BENEFICIO .....	144
4.2.1	BENEFICIOS TANGIBLES: .....	144
4.2.2.	BENEFICIOS INTANGIBLES:.....	145
CONCLUSIONES	.....	147
RECOMENDACIONES	.....	149
BIBLIOGRAFIA	.....	150
GLOSARIO	.....	151
ANEXOS	.....	153



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Soluciones para las devoluciones de facturas .....	15
Tabla 2. Soluciones optimizar la atención de pacientes .....	16
Tabla 3. Soluciones para la mejora en la atención de solicitudes de historia clínica .....	17
Tabla 4. Soluciones para evitar la pérdida de equipos médicos .....	18
Tabla 5. Problemas, soluciones y alternativas por pesos asignados .....	19
Tabla 6. Costos aproximados en ahorro de la implementación .....	21
Tabla 7. Cuadro de Fortalezas y Debilidades de la [Clínica San Bernardo S.A] .....	24
Tabla 8. Cuadro de Oportunidades y Amenazas de la [Clínica San Bernardo S.A.] .....	25
Tabla 9. Cuadro de Desafíos Estratégicos de la Clínica San Bernardo S.A. ....	26
Tabla 10. Interfaces con el Software.....	75
Tabla 11. Capacidades y Limitaciones de Disco y Memoria.....	76
Tabla 12. Iniciar Sesión en Sistema (CU-01).....	83
Tabla 13. Lista Dashboard (CU-09).....	84
Tabla 14. Mostar Informes Clinicos (CU-12) .....	85
Tabla 15. Consultar Disponibilidad De Medicos (CU-20) .....	86
Tabla 16. Registrar Atención Médica (CU-35) .....	87
Tabla 17. Registrar Formato de Atención (CU-44) .....	88
Tabla 18. Consultar Historia Clinica de Paciente (CU-56).....	89
Tabla 19. Registrar Alta de Paciente (CU-55) .....	90
Tabla 20. Registrar Resultados de Exámenes Radiológicos (CU-81) .....	91
Tabla 21. Registrar Orden de Pago (CU-85).....	92
Tabla 22. Pruebas de calidad de software .....	123
Tabla 23. Especificaciones de casos de pruebas .....	124
Tabla 24. Cuadro Comparativo para aplicativos Web - Características, ventajas y desventajas de los Principales lenguajes de programación web. ....	126
Tabla 25. Cuadro de Clasificación por Ponderación .....	127
Tabla 26. Cuadro de Clasificación por Ponderación .....	128
Tabla 27. Tabla de evaluación para seleccionar mejor lenguaje de programación. ....	128
Tabla 28. Cuadro Comparativo para aplicativos de las Webservice a seleccionar tipos de Webservice a utilizar con la integración de ZigBee .....	129
Tabla 29. Cuadro de Clasificación por Ponderación .....	130
Tabla 30. Tabla de puntajes para la ponderación de Web Services.....	130
Tabla 31. Tabla de evaluación para seleccionar mejor web service. ....	130
Tabla 32. Tabla de costos del personal involucrado en el proyecto. ....	140
Tabla 33. Costos de Software para la implementación del proyecto.....	141
Tabla 34. Costos de Equipos para la implementación del proyecto .....	142
Tabla 35. Gastos Generados del trabajo actual (Ahorros en promedio que se pueden realizar) .....	143
Tabla 36. Proyección de Flujo de Caja .....	144

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Demanda de los consultorios externos para consultas médicas .....	5
Figura 2. Cantidad de facturas observadas por las distintas Aseguradoras .....	5
Figura 3. Diagrama Causa Efecto – Causas en la demora en la atención de pacientes en consulta externa.....	10
Figura 4. Diagrama Causa Efecto – Causas de la demora en la respuesta de solicitudes de historia clínica.....	11
Figura 5. Diagrama Causa Efecto – Causas del Exceso devoluciones de facturas.....	12
Figura 6. Tipos de equipos utilizados en un entorno clínico .....	13
Figura 7. Diagrama Causa Efecto – Causas de la perdida de equipos médicos.....	14
Figura 8. Procesos descritos para del área administrativa y clínica a mejorar .....	22
Figura 9. Capacidades que tiene que tener un entorno clínico .....	23
Figura 10. Cadena de Valor de la [Clínica San Bernardo S.A.] .....	25
Figura 11. Modelo en Cascada para el desarrollo de software .....	28
Figura 12. Modelo en Cascada para el desarrollo de software .....	30
Figura 13. Modelo en Cascada para el desarrollo de software .....	31
Figura 14. Modelo en Espiral para el desarrollo de software .....	33
Figura 15. Modelo en RUP para el desarrollo de software.....	34
Figura 16. Modelo Incremental para el desarrollo de software .....	37
Figura 17. Metodología Agil Scrum para el desarrollo de software.....	38
Figura 18. Equipos que componen los Procesos Scrum .....	41
Figura 19. Modelo Kanban para el desarrollo de software.....	42
Figura 20. Aplicaciones de la tecnología Zigbee.....	46
Figura 21. Aplicaciones de la tecnología Zigbee.....	47
Figura 22. Aplicación y monitoreo de puntos de acceso con ZigBee.....	48
Figura 23. Comparativa de diversas tecnologías inalámbricas.....	52
Figura 24. [Ley General de la Salud].....	53
Figura 25. Ley General de la Salud - Índice .....	54
Figura 26. Línea Base del proyecto – Nivel 1 .....	57
Figura 27. Diagrama de Hitos para paquetes de trabajo Nivel 1 .....	57
Figura 28. Diagrama de Recursos del Proyecto.....	58
Figura 29. Proceso de atención a pacientes .....	59
Figura 30. Procesos clínicos generales .....	60
Figura 31. Interfaces con el usuario par Tables, Smarhpones, Laptos .....	73
Figura 32. Dispositivos necesarios que cubre la solución .....	74
Figura 33. Dispositivos necesarios que cubre la solución .....	82
Figura 34. Diagrama de Secuencias CU-01.....	83
Figura 35. Diagrama de Secuencias CU-09.....	84
Figura 36. Diagrama de Secuencias CU-12.....	85
Figura 37. Diagrama de Secuencias CU-20.....	86
Figura 38. Diagrama de Secuencias CU-35.....	87
Figura 39. Diagrama de Secuencias CU-44.....	88
Figura 40. Diagrama de Secuencias CU-56.....	89



Figura 41. Diagrama de Secuencias CU-55 .....	90
Figura 42. Diagrama de Secuencias CU-81 .....	91
Figura 43. Diagrama de Secuencias CU-85 .....	92
Figura 44. Diagrama de Clases General .....	93
Figura 45. Diagrama de Clases de Historia Clínica .....	94
Figura 46. Diagrama de Clases de Admisión .....	95
Figura 47. Diagrama de Componentes .....	96
Figura 48. Arquitectura de red actual .....	97
Figura 49. Arquitectura de la red propuesta .....	98
Figura 50. Diagrama de Base de Datos de la Solución .....	99
Figura 51. Plataforma Framework de CodeIgniter .....	100
Figura 52. Pantalla de ingreso a la aplicación desde un dispositivo móvil .....	102
Figura 53. Pantalla de inicio de sesión administrador .....	103
Figura 54. Pantalla de ingreso a la aplicación desde un dispositivo móvil .....	104
Figura 55. Pantalla maestra de departamentos .....	105
Figura 56. Pantalla maestra de médicos .....	105
Figura 57. Pantalla maestra de pacientes .....	106
Figura 58. Pantalla maestra de enfermeras .....	106
Figura 59. Pantalla maestra de farmacéuticos .....	107
Figura 60. Pantalla maestra de laboratorio .....	107
Figura 61. Pantalla maestra de admisión .....	108
Figura 62. Pantalla maestra de laboratorio .....	108
Figura 63. Pantalla principal del Médico .....	109
Figura 64. Pantalla secundaria que lista actividades del día para el medico .....	110
Figura 65. Pantalla de consulta de Historias Clínicas .....	110
Figura 66. Pantalla de listado de pacientes a pie de cama .....	111
Figura 67. Pantalla de asignación de cama a paciente .....	111
Figura 68. Pantalla de registro de informe en Historia Clínica .....	112
Figura 69. Pantalla de inicio de enfermera .....	113
Figura 70. Pantalla de registro de informe en Historia Clínica .....	113
Figura 71. Pantalla de registro de informe en Historia Clínica .....	114
Figura 72. Pantalla de registro de notas en informe de paciente .....	114
Figura 73. Pantalla de inicio para usuario de laboratorio clínico y/o radiología .....	115
Figura 74. Pantalla de registro de donante de sangre y registro de informes .....	115
Figura 75. Pantalla de inicio de usuarios de admisión .....	116
Figura 76. Pantalla de administración de citas .....	117
Figura 77. Pantalla de registro de pacientes e historia clínica .....	117
Figura 78. Modelo en V .....	119
Figura 79. Técnicas y herramientas de pruebas de software .....	122
Figura 80. Pruebas de calidad de software Publicación del proyecto .....	132
Figura 81. Validación de la web service de ubicación de pulseras .....	133
Figura 82. Ubicación de balizas por zonas dentro de la Clínica .....	134
Figura 83. Proceso de verificación y monitoreo en la implementación de la solución .....	136
Figura 84. Gestionar los cambios y el mantenimiento .....	138



## INTRODUCCIÓN

La presente tesis es producto de un trabajo de investigación con el fin de poder determinar los beneficios asociados a la reducción de costos y mejora en la calidad de servicio que producirá al implementar una solución basada en una infraestructura web y una red de dispositivos Zigbee dentro de un sistema clínico permitiendo su integración con sistemas de historia clínica digital y su integración con el sistema clínico actual para los distintos módulos del sistema.

Esta solución tiene como ámbito de investigación a las distintas áreas que tiene la Clínica San Bernardo S.A. Este estudio es un trabajo constante que en el que se tuvo que ver los procesos internos de la clínica, el sistema actual que se está manejando y los distintos puntos de vista de los interesados en que los procesos se mejoren y que problemas se tiene actualmente no solo es este tipo de clínicas sino viendo cómo trabajan otros sistemas de salud actualmente.

Tanto las clínicas como hospitales aún siguen trabajando desorganizadamente y esto es producto del poco interés y la poca capacidad de plantear propuestas de mejora de procesos y el apoyo que actualmente brindan los sistemas de información tanto para el ámbito administrativo como para la parte clínica. Puesto que se sigue haciendo uso de historias clínicas físicas, sistemas poco integrados y poca consistencia en la información de los pacientes.

Por lo tanto, el objetivo de la presente tesis es analizar y comprender el impacto producto de implementar este tipo de solución en un entorno clínico, y las distintas implicancias y beneficios que se pueden lograr, cambiando y reestructurando el modelo del negocio acorde a las necesidades

y estrategias planteadas por los directores de la clínica. En este documento se hace comparativas en cada una de las partes de la implementación y los costos acarreados para su desarrollo, mostrándonos cuál es la situación actual, la situación deseada y sus alternativas para tener una solución propuesta consistente para luego presentar como se podrá implementar esta solución, a nivel de equipo de proyecto, hardware y software.

## **CAPÍTULO 1.**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1. DEFINICION DEL PROBLEMA**

##### **1.1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

Actualmente la Clínica San Bernardo S.A. tiene procesos poco definidos y el entorno de trabajo a nivel de procedimiento y actividades sanitarias es similar a los hospitales y clínicas locales, estos procesos se mantienen por la manera de trabajo que se implementó producto de sistemas centralizados, haciendo el proceso de atención de pacientes poco práctico tanto para el cobro de los procesos asistenciales como para la atención del paciente en los distintos servicios clínicos tanto para pacientes particulares como para los asegurados. Este entorno clínico no cuenta con procesos automatizados que permita una atención optima en los distintos servicios de consultorio externo, hospitalización, laboratorio, diagnósticos por imágenes y sala de operaciones, este inconveniente hace que las atenciones no sean rápidas y optimas, asociado a esto se tiene la inconsistencia de la información clínica del paciente producto de la atención en los distintos servicios y esto se ve reflejado en las estadísticas de facturas rechazadas por las aseguradoras producto de datos inconsistencias y la demora en la facturación de pacientes del SIS(Seguro Integral de Salud) y compañías de seguros.

En los últimos años, se puede demostrar que la seguridad del paciente en un entorno clínico tiene que ser una prioridad, producto de las negligencias médicas en los pacientes, producto de la poca información de los pacientes y su correcta identificación en los servicios de salud, también

se tienen negligencias que no suelen ser denuncias debido al desconocimiento de las personas que no están inmiscuidas en el área de salud, y estos casos no llegan a ser parte de la estadística.

Estas negligencias en su mayoría ocurren por el inadecuado manejo del historial clínico del paciente, su incorrecta identificación y la inconsistencia de datos del paciente producto de un mal registro en su historial clínico cuando el paciente es sometido a un procedimiento médico.

Los sistemas actuales son limitantes para que sean usados por el personal de salud, esto debido a que su diseño es rígido, produciendo registros incorrectos y poca consistencia en la información del historial clínico. Todo esto hace que la atención no sea rápida y eficiente en caso que los pacientes ya tengan un registro de historia clínica, puesto que esta información es consultada constantemente por el personal de salud. La información es impresa aun porque no se hace uso de la historia clínica digital que se tiene implementado con el software clínico actual, esto hace que se siga imprimiendo las historias clínicas, y se tenga que buscar el documento físico para cada consulta, esto es el principal motivo para poder mejorar el servicio y la atención de los pacientes.

No contar con un sistema que ayude a que se tenga la información de cada paciente de manera ordenada y consistente, genera problemas en las áreas de facturación y secretaria médica. La información del paciente es el pilar de todo centro de salud ya que esta información es consultada constantemente por los distintos servicios y su adecuada documentación hará que los procesos se agilicen y se mejoren los costos.

### 1.1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿De qué manera la Implementación de la Tecnología Zigbee en los procesos asistenciales permitirá reducir de costos operativos de la Clínica San Bernardo.S.A.?

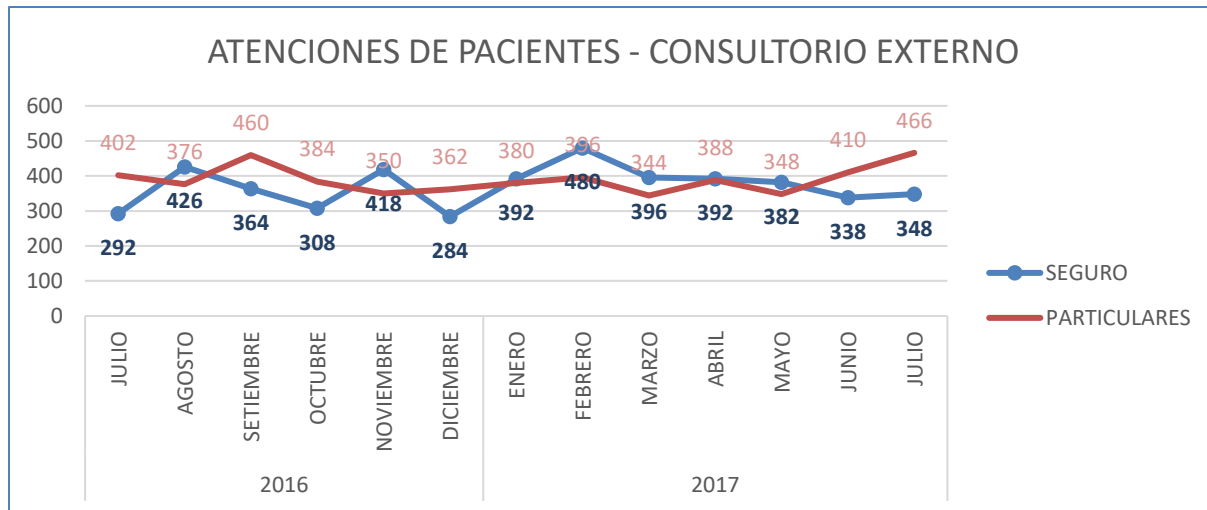


Figura 1. Demanda de los consultorios externos para consultas médicas

**Fuente:** Elaboración Propia en base a la cantidad de atenciones

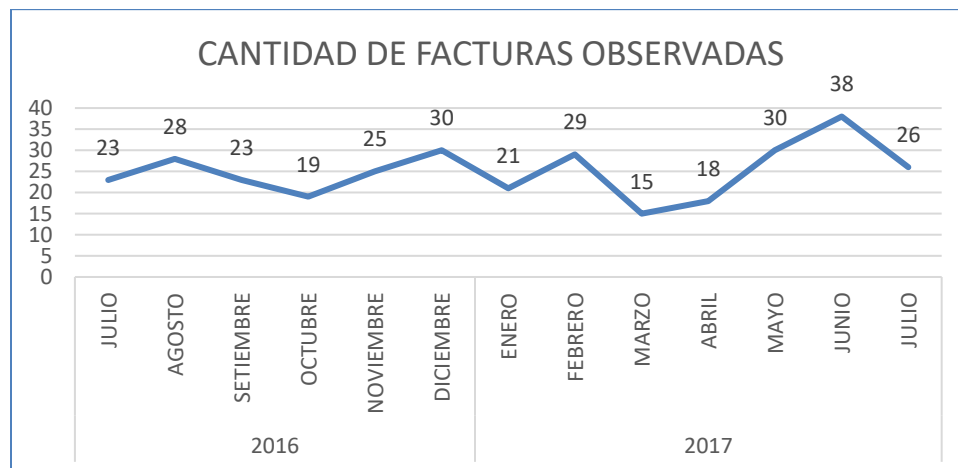


Figura 2. Cantidad de facturas observadas por las distintas Aseguradoras

**Fuente:** Elaboración Propia en base a la cantidad de atenciones

## **1.2. DEFINICION DE LOS OBJETIVOS Y ALCANCE**

### **1.2.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una propuesta de implementación de un solución basada en una plataforma Web y una red de dispositivos Zigbee, para reducir costos operativos y optimizar el tiempo los proceso de atención al paciente en la Clínica San Bernardo S.A.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Realizar un diagnóstico de la situación actual de los procesos de atención al paciente en la Clínica San Bernardo.
- b. Determinar los costos asociados a tareas que necesitan ser optimizadas y determinar el ahorro mensual en costos.
- c. Analizar el efecto de la implementación de la nueva propuesta tecnológica en el tiempo de atención de un determinado proceso de atención.
- d. Diseñar la propuesta de implementación que cubra todos los requerimientos funcionales y no funcionales para su adecuado manejo en los distintos servicios de la Clínica San Bernardo.

### **1.2.3 ALCANCES, RESTRICCIONES, SUPUESTOS Y LIMITACIONES**

#### ***Alcance:***

La propuesta de implementación que se pretende plantear en la Clínica San Bernardo S.A. tiene el fin de ser un sistema con interfaz amigable, en un entorno web que permita ser accedido desde distinto tipo de dispositivos independiente de la marca o tipo de dispositivo.



Será diseñado para dispositivos que tengan un navegador instalado o preinstalado, y permitirá realizar apoyo al sistema clínico actual para poder realizar consulta, registro, actualización y eliminación de historial clínico, registro de exámenes clínicos, radiológicos y procedimientos realizados a los pacientes en las áreas de consultorio externo, hospitalización y sala de operaciones. También permitirá la ubicación de pacientes y equipos médicos en los distintos servicios con ayuda de la red tecnología Zigbee y la plataforma tecnológica a desarrollar. El nuevo sistema cubrirá los siguientes módulos:

- Módulo de recepción, debe permitir registrar nuevos pacientes, registrar y asociar pulsera de los pacientes, registrar orden de atención, programar citas.
- Módulo de Consultorio Externo, debe permitir consultar en línea el paciente en consultorio externo, registrar procedimientos, registrar prescripciones médicas, asignar cama, registrar historial clínico.
- Módulo de Hospitalización, debe permitir consultar en línea el paciente en las áreas de hospitalización, registrar procedimientos, registrar prescripciones médicas, asignar cama, registrar, consultar y actualizar historial clínico.
- Módulo de Radiología y Laboratorio, debe permitir consultar en línea el paciente en las áreas respectivas, registrar procedimientos, registrar exámenes, registrar, consultar y actualizar historial clínico.
- Módulo de Sala de Operaciones, debe permitir consultar en línea el paciente en el área respectiva, registrar procedimientos en sala de operaciones, registrar exámenes, registrar, consultar y actualizar historial clínico.
- Módulo de Sala de Operaciones, debe permitir consultar en línea el paciente en el área respectiva, registrar y consultar productos farmacéuticos.
- Módulo de Seguridad, debe permitir el registro, activación y desactivación de usuarios del sistema clínico a diseñar.
- Módulo de consultas y reportes, debe permitir búsqueda de información de pacientes, búsqueda de historias clínicas, búsqueda de pacientes, búsqueda de personal, búsqueda de

de notas y consulta de citas.

***Restricciones:***

El área de sistemas de la clínica, no tiene personal especializado en realizar este estudio, así como la cantidad de personal necesario para poder realizar esta solución tecnológica, por consiguiente, se realizará este estudio con poca base de la problemática a estudiar.

***Supuestos:***

El director médico permitirá brindar su apoyo en conjunto con cada uno de los líderes de las distintas áreas donde se plantea resolver la problemática que se ha descrito, para poder tomar requisitos y realizar reuniones que permitirán fortalecer las soluciones planteadas en la presente tesis.

***Limitaciones:***

Para la presente tesis, se ha tomado un entorno clínico especializado como es la Clínica San Bernardo, para aminorar la complejidad de la tesis. Esta tesis cubrió los principales módulos y el Core de negocio de la clínica. Para este estudio se tomó las siguientes áreas: Recepción, Consultorio externo, Hospitalización, Diagnostico por imagenes, Laboratorio y Banco de Sangres, Farmacia y Facturación.

### **1.3 JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION**

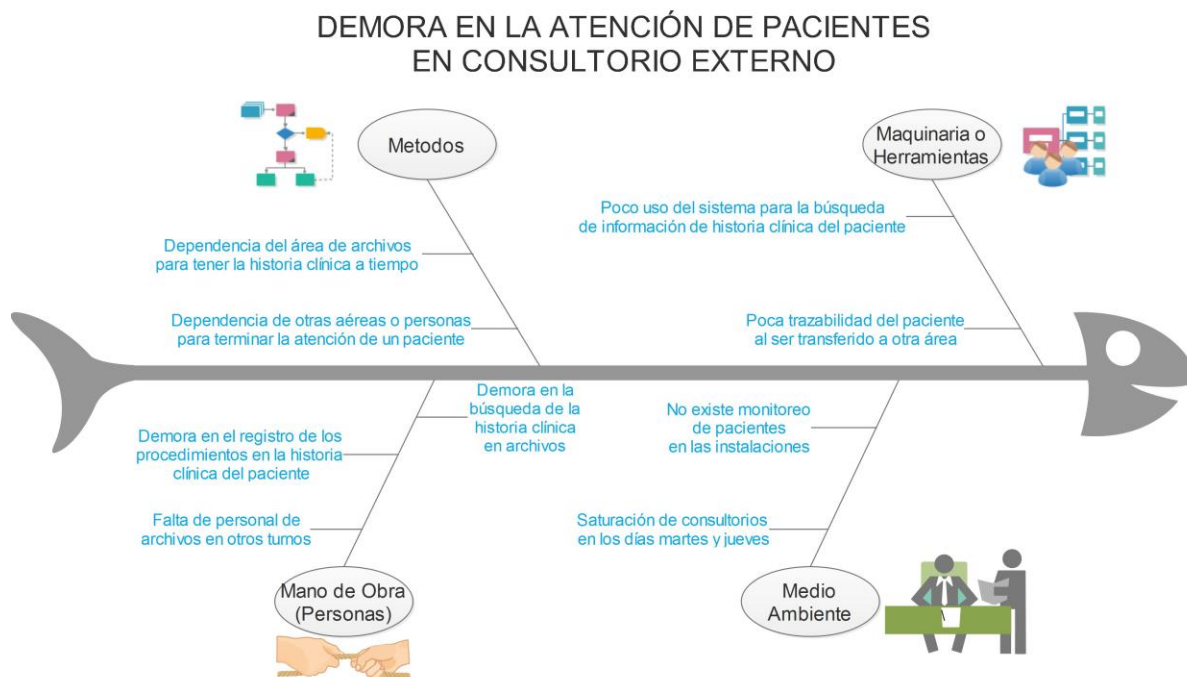
El estudio y desarrollo de la presente tesis se llevó con la necesidad de cubrir distintos requerimientos que se necesitan realizar en las distintas áreas de la Clínica San Bernardo, y que tiene como objetivo plantear mejoras en la atención de los pacientes, desde la generación de su

registro clínico en recepción, y las posteriores atenciones que recibirán los pacientes en los distintos servicios clínicos y se estudiará la manera en la que estas mejoras afectan los procedimientos y los procesos de gestión de los pacientes actualmente. Este estudio toma en consideración las mejoras que se puede hacer a un entorno clínico especializado, y también se detallará si es conveniente mejorar los distintos procesos clínicos y de qué manera afecta estas mejoras en cuanto a las atenciones de los pacientes con el fin de mejorar la satisfacción de los pacientes de la Clínica San Bernardo, en el área de consultorio externo, en el área de hospitalización, el área ambulatoria y en los servicios de diagnóstico.

### ***Problemas Relacionados con la rapidez en la atención de pacientes:***

El proceso de atención en todo entorno clínico, se inicia desde la recepción y registro del paciente, a través de la generación de la historia clínica en el área de admisión, desde este registro se realiza una secuencia que todo paciente sigue para su atención por las distintas áreas y se pudo analizar cómo se realiza esta identificación del paciente una vez registrado su información en el sistema y de qué manera esta información es utilizada en las distintas áreas con el fin de minimizar los procesos de atención en cada uno de los servicios clínicos, para lo cual se tuvo que verificar la demora que se toma en la identificación de los pacientes en las distintas áreas. Una vez analizada esta información se procedió a ver las causas que generar esta demora detallándolo en la *Figura 3*.

Cabe resaltar que este proceso de demora en la atención de los pacientes no solo se debe al proceso de identificación del paciente, sino también a la disponibilidad que se tiene sobre su historial clínico, permitiendo aminorar este proceso de atención y registro de información en el sistema.



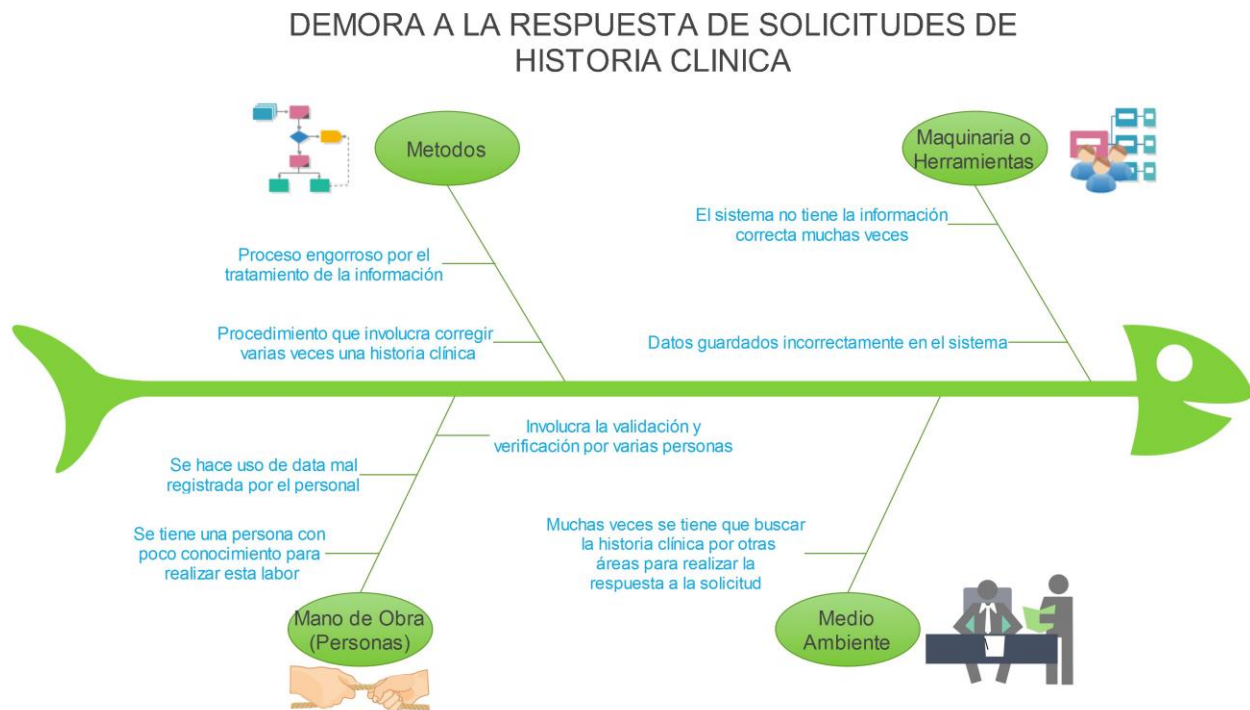
*Figura 3. Diagrama Causa Efecto – Causas en la demora en la atención de pacientes en consulta externa*

***Fuente: Elaboración Propia***

### ***Problemas Relacionados con el Reporte Automático de Historias Clínicas:***

El proceso de solicitud y respuesta de un informe médico que solicita un paciente es muchas veces muy engorroso en cuanto al tiempo de respuesta debido a una validación de los datos del historial clínico. La mayoría de clínicas toma días para la emisión este trámite documentario, este proceso depende de procesos de registro de historial clínico para evitar revisión a detalle en cuanto a su contenido y a la consistencia de datos que debe tener todo historial clínico, siendo necesario un personal dedicado para dicha labor y otros para poder validar la información, estas personas deberán hacer correcciones o validaciones de esta información. En la *Figura 4* se detalla las causas que generan este inconveniente. El proceso de solicitud y entrega demora de 5 días en

promedio y este proceso generando re-trabajo, puesto que tiene que realizar procesos ya realizados en la atención del paciente y validar y corregir antes de su emisión.



*Figura 4. Diagrama Causa Efecto – Causas de la demora en la respuesta de solicitudes de historia clínica*

**Fuente: Elaboración Propia**

***Problemas de falta de información a nivel de sistema por diversas ocurrencias:***

Tener un sistema flexible para la parte de atención a los pacientes para poder realizar cambios y modificaciones rápidas, lo convierte en una herramienta poco útil a la hora de atender a los pacientes en los distintos servicios clínicos, muchas veces los doctores al no tener la facilidad de tener un entorno más efectivo para el registro realizan el llenado de las historias clínicas a mano y no utilizan del todo el sistema por la demora que puede ocasionar a los distintos pacientes que

están en espera. La falta del llenado de información de un paciente en el sistema, genera que esta información se tenga pendiente y a la hora de querer tener esta información, se tiene que buscar en las historias clínicas físicas.

### ***Problemas de devoluciones de facturas observadas:***

Los distintos documentos y procedimientos por los que pasa un paciente desde su ingreso hasta la fecha del alta, son documentos que tienen que estar bien observados y corregidos para que se tenga una facturación acorde a lo que necesitan las entidades aseguradoras, muchas veces el porcentaje de devoluciones de las facturas es del 7%, por el que la clínica se ve afectada por el trámite que conlleva volver a realizar el proceso de cobranza a las entidades aseguradoras.



*Figura 5. Diagrama Causa Efecto – Causas del Exceso devoluciones de facturas*

***Fuente: Elaboración Propia en base a la cantidad de atenciones***

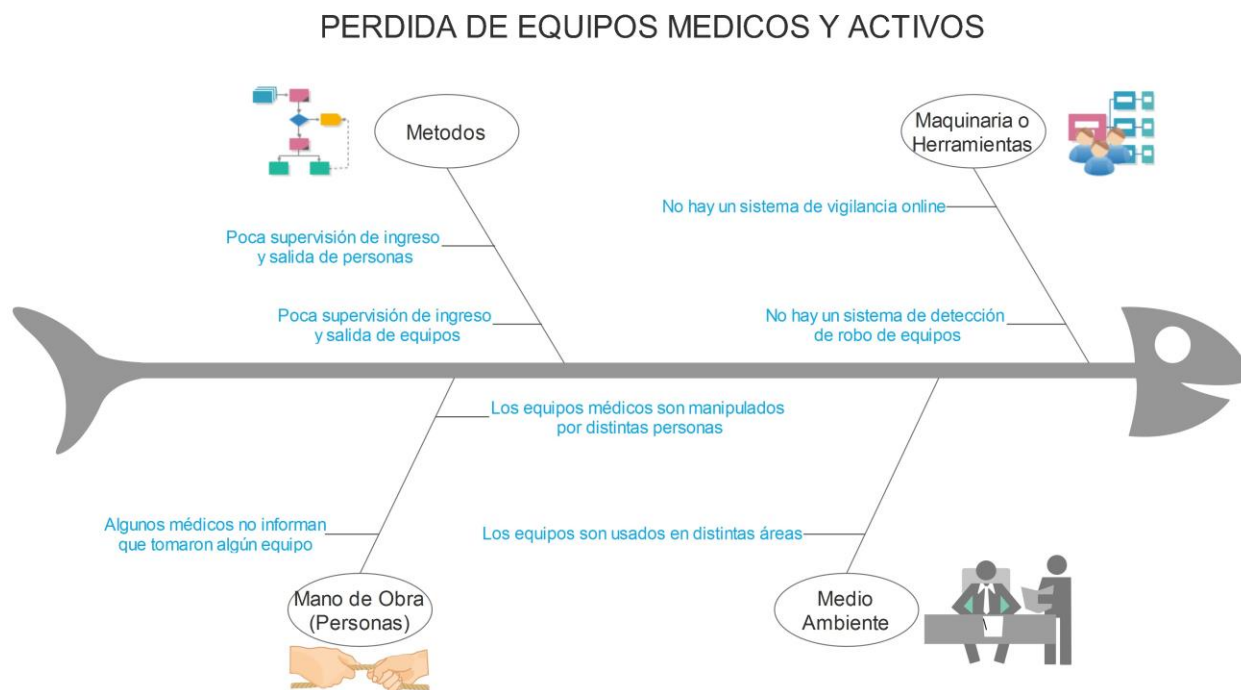
### ***Problemas Relacionados con la Pérdida de Equipos Médicos:***

En todo centro médico se tiene como principal activo a los distintos equipos médicos e instrumentos médicos que ayudan a los doctores, enfermeras y técnicos de la salud a poder realizar las tareas diarias del servicio clínico, también ayuda a que la atención del paciente sea personalizada y de manera eficiente. Los distintos dispositivos que se cuenta en un área de atención están inmerso a perdida por la cantidad de personas y las distracciones que se tiene en cada proceso de atención a un paciente, se tiene como ejemplo cuando se tiene problemas en sala de emergencia el personal deja de lado los equipos para realizar la atención del paciente. En la Figura 7 se detallan las causas de estas pérdidas.



*Figura 6. Tipos de equipos utilizados en un entorno clínico*

***Fuente: Elaboración Propia***



*Figura 7. Diagrama Causa Efecto – Causas de la perdida de equipos médicos*

***Fuente: Elaboración Propia***



## Soluciones a Causas: Exceso devoluciones de facturas

Tabla 1. Soluciones para las devoluciones de facturas

CAUSAS	SOLUCIONES	CRITERIOS						TOTALES
Métodos	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
No se maneja un adecuado procedimiento de verificación	Realizar el procedimiento adecuado con los involucrados	2	3	2	2	2	1	12
Se tiene poco control por falta de personal	Contratar un personal de archivo para el turno noche	1	1	1	3	1	3	10
Personal de hospitalización y consultorio no da seguimiento a lo que se registra en la historia clínica	Capacitar al personal para la validación de datos de registro	2	1	2	2	1	2	10
Maquinaria o Herramientas	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
No se tiene un sistema intuitivo para hacer un registro de diagnósticos	Mejorar el sistema de registro de consultorio	2	3	2	3	3	1	14
Sistema deficiente en la parte clínica	Mejorar el sistema clínico para las áreas de registro	3	2	3	3	3	2	16
No se ha analizado una alternativa para agilizar este proceso	Auditar las áreas	2	1	2	2	1	1	9
Mano de Obra	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Se necesita capacitación	Capacitar al personal de las áreas para el registro adecuado	2	3	2	3	2	2	14
Se necesita la sensibilización del personal en cuanto al registro adecuado de las historias clínicas	Brindar información a los trabajadores de los problemas generados	2	1	1	3	1	2	10
El médico auditor no tiene un horario fijo	Contratar a un médico auditor a tiempo completo	2	1	1	1	1	1	7
Medio Ambiente	SOLUCION		CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
La historia clínica pasa por muchas aéreas y aun se siguen usando historias clínicas físicas	Informatizar el área de archivos para evitar pérdidas de archivos	3	1	1	1	2	1	9
El área de archivos tiene una gran capacidad de documentación suelta (traspapelo)	Plan de mejora para el área de archivos	1	1	1	2	1	1	7

Fuente: Elaboración Propia

## Soluciones a Causas: Demora en la atención de pacientes de consultorio externo

Tabla 2. Soluciones optimizar la atención de pacientes

CAUSAS	SOLUCIONES	CRITERIOS						TOTALES
Métodos	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Dependencia del área de archivos para tener la historia clínica a tiempo	Hacer un plan de o procedimiento para el area de archivos	2	1	2	3	1	3	12
Dependencia de otras aéreas o personas para terminar la atención de un paciente	Reprogramar a los pacientes para evitar este problema	1	1	1	3	1	2	9
Maquinaria o Herramientas	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Poco uso del sistema para la búsqueda de información de historia clínica del paciente	Mejorar el sistema clinico para la busqueda en linea de la historia clinica	3	3	3	3	3	1	16
Poca trazabilidad del paciente al ser transferido a otra área	Buscar la manera de enlazar la informacion en linea de los procedimientos realizados a un paciente	3	2	3	3	3	1	15
Mano de Obra	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Demora en la búsqueda de la historia clínica en archivos	Realizar un sistema para evitar la perdida de historial clinico	2	2	2	3	1	1	11
Demora en el registro de los procedimientos en la historia clínica del paciente	Mejorar el procedimiento actual y evitar errores	2	3	3	3	3	3	17
Falta de personal de archivos en otros turnos	Contratar a un archivador para apoyo el turno rotativos	1	1	3	3	1	1	10
Medio Ambiente	SOLUCION		CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
No existe monitoreo de pacientes en las instalaciones	Verificar los pacientes disponibles en sala de espera	1	1	2	3	2	2	11
Saturación de consultorios en los días martes y jueves	Incrementar un consultorio adicional en la clinica	1	1	3	2	1	1	9

Fuente: Elaboración Propia

## Soluciones a Causas: Demora a la respuesta de solicitudes de historia clínica

Tabla 3. Soluciones para la mejora en la atención de solicitudes de historia clínica

CAUSAS	SOLUCIONES	CRITERIOS						TOTALES
Métodos	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Proceso engorroso por el tratamiento de la información	Capacitar y especializar a un personal para esta tarea de respuesta a solicitud de historia clínica	2	3	2	3	1	2	13
Procedimiento que involucra corregir varias veces una historia clínica	Realizar un procedimiento a seguir para evitar retrabajo	1	3	2	3	1	2	12
Maquinaria o Herramientas	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
El sistema no tiene la información correcta muchas veces	Mejorar el sistema clínico en las áreas donde se realizan procedimientos clínicos	3	3	2	3	3	1	15
Datos guardados incorrectamente en el sistema	Mejorar el sistema de registro de datos	3	3	2	3	2	1	14
Mano de Obra	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Involucra la validación y verificación por varias personas	Encargar la revisión al médico de turno	1	2	2	3	1	1	10
Se hace uso de data mal registrada por el personal	Validar datos con la historia clínica física	2	2	2	3	1	1	11
Se tiene una persona con poco conocimiento para realizar esta labor	Contratar un personal especializado en este tema	2	3	3	3	1	1	13
Medio Ambiente	SOLUCION		CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Muchas veces se tiene que buscar la historia clínica por otras áreas para realizar la respuesta a la solicitud	Reportar las historias clínicas que se tiene en cada área por correo en cada turno	1	2	2	2	1	2	10

Fuente: Elaboración Propia

## Soluciones a Causas: Pérdida de Equipos Médicos

Tabla 4. Soluciones para evitar la pérdida de equipos médicos

CAUSAS	SOLUCIONES	CRITERIOS						TOTALES
Métodos	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Poca supervisión de ingreso y salida de personas	Tomar mejor control del ingreso de personas para evitar pérdidas	2	2	3	2	1	2	12
Poca supervisión de ingreso y salida de equipos	Tener un mejor control de equipos que se retiran de la clínica	3	2	3	2	1	2	13
Maquinaria o Herramientas	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
No hay un sistema de vigilancia online	Incorporar un sistema de videovigilancia	2	3	3	3	1	1	13
No hay un sistema de detección de robo de equipos	Tener un sistema que permita detectar robo de equipos	3	3	3	3	2	1	15
Mano de Obra	SOLUCION	FACTOR	CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Los equipos médicos son manipulados por distintas personas	Encargar a responsables de los distintos equipos	2	3	2	3	1	2	13
Algunos médicos no informan que tomaron algún equipo	Informar cuando se toma un equipo médico	1	2	2	2	1	1	9
Medio Ambiente	SOLUCION		CAUSA DIRECTA	SOLUCION	FACTIBLE	MEDIBLE	BAJO COSTO	
Los equipos son usados en distintas áreas	Comprar equipos que estén peregrinos en una área	2	3	3	1	1	1	11

Fuente: Elaboración Propia

***Problemas a resolver para alinear a los objetivos empresariales:***

*Tabla 5. Problemas, soluciones y alternativas por pesos asignados*

PROBLEMAS	SOLUCIONES	MEJORA DE PROCESOS	MEJORA DEL SISTEMA	PERSONAS
Sistema deficiente en la parte clínica	Mejorar el sistema clínico para las áreas de registro	1	5	1
Se necesita capacitación	Capacitar al personal de las áreas para el registro adecuado	1	1	5
Poco uso del sistema para la búsqueda de información de historia clínica del paciente	Mejorar el sistema clínico para la búsqueda en línea de la historia clínica	1	5	1
Demora en el registro de los procedimientos en la historia clínica del paciente	Mejorar el procedimiento actual y evitar errores	5	1	1
Proceso engorroso por el tratamiento de la información	Capacitar y especializar a un personal para esta tarea de respuesta a solicitud de historia clínica	1	1	5
El sistema no tiene la información correcta muchas veces	Mejorar el sistema clínico en las áreas donde se realizan procedimientos clínicos	1	5	1
Poca supervisión de ingreso y salida de equipos	Tener un mejor control de equipos que se retiran de la clínica	5	1	1
No hay un sistema de detección de robo de equipos	Tener un sistema que permita detectar robo de equipos	1	5	1
	TOTAL	16	24	16

En la tabla 5 muestra los problemas identificados por medio de un análisis de causa raíz, permitió determinar qué alternativas de solución podemos realizar para poder resolver en gran medida los problemas clínicos que se tienen actualmente, para este estudio se hizo uso de reuniones y un análisis exhaustivo con los interesados de la Clínica San Bernardo, definiendo las problemáticas con los interesados y que soluciones se les puede brindar a los problemas generales que se tienen, asignándose pesos de acuerdo a las alternativas de solución para mejora de procesos, mejora del sistema y las personas que se encuentran trabajando para un adiestramiento o capacitación.

## **CAPÍTULO 2.**

### **FUNDAMENTO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION**

Para tener una referencia de algunas soluciones que se implementaron usando esta tecnología en distintos tipos de escenarios se plantearon algunos proyectos en estos dos niveles:

##### **2.1.1 Nivel Nacional**

Existen actualmente proyectos que están orientadas a resolver distintos problemas con tecnologías Zibgee y RFID para los edificios inteligentes y centros comerciales grandes.

##### **2.1.2 Nivel Internacional**

En el año 2012 una de las empresas españolas con nombre TSB-Tecnologías para la Salud implemento una solución de red inalámbrica en la zona quirúrgica del hospital Centro de Rehabilitación del Levante (CRRL) el cual fue nombrado como “Sistema SPHERA-hospital”, para la geolocalización, seguimiento y trazabilidad de los pacientes dentro del hospital. En este proyecto surgió con la necesidad de poder mejorar la seguridad de los pacientes para su registro dentro de los servicios clínicos, teniendo en cuenta la necesidad de usar redes inalámbricas que sean utilizadas en entornos quirúrgicos.

Con el uso de pulseras electrónicas los pacientes están identificados en todo momento dentro de los distintos servicios clínicos y salas de espera de manera inequívoca en tiempo real en todo el hospital, permitiendo la ubicación de los pacientes en los procesos

asistenciales en el área de sala de operaciones, teniendo además acceso a la trazabilidad y control de tiempos de los pacientes en sala de espera.

El sistema implantado con tecnología RFID y con geolocalización en tiempo real (RTLS) se pudo integrar a un software propio del hospital de levante, en el que se maneja Historia Clínica Electrónica permitiendo disponer de toda la información del paciente de manera automática y en tiempo real, siendo este uno de los aspectos importantes para que los doctores puedan manejar historias clínicas de los pacientes.

### ***REDUCCION DE COSTOS PRODUCTOS DE LA IMPLEMENTACION:***

En estos costos se detalla el número y costos de tratamiento y/o de los procedimientos legales como consecuencia de Efectos Adversos\* (EA) causados por errores en la medicación y tratamiento.

*Tabla 6. Costos aproximados en ahorro de la implementación*

<b>SPHERAHOSPITAL</b>	
Total, camas	10000
Nro. Pacientes:	50000 x año
% Pacientes con efecto adverso	4000
42% Son Evitables	1680
Del cual el 22% por error de identificación	370
Costos asociados por efecto adverso en promedio por paciente	€ 3,000.00
Multiplicado por los casos de efecto adverso promedio (370)	€ 1,110,000.00
<b>ROI de la localización y trazabilidad de activos</b>	
<b>Localización de activos:</b>	
<b>Aproximada de 125 búsquedas diarias (5% de todos los equipos)</b>	
<b>Reduce el tiempo de búsqueda de aprox. 12min a 2 min = 10min.</b>	
Costo Promedio Ahorro x Uso de Equipos	266,140.00 €
Equipos Perdidos:	
1000*15%*1000 (Asumiendo 85% es localizable)	150,000.00 €
Activos redundantes aprox. 1000 Unidades x 10% x 1000	100,000.00 €
	516,140.00 €
<b>Ahorro directo después de la instalación</b>	<b>516 146.00 (Euros)</b>

## 2.2. MARCO TEORICO

### 2.2.1 Análisis de la Situación Actual

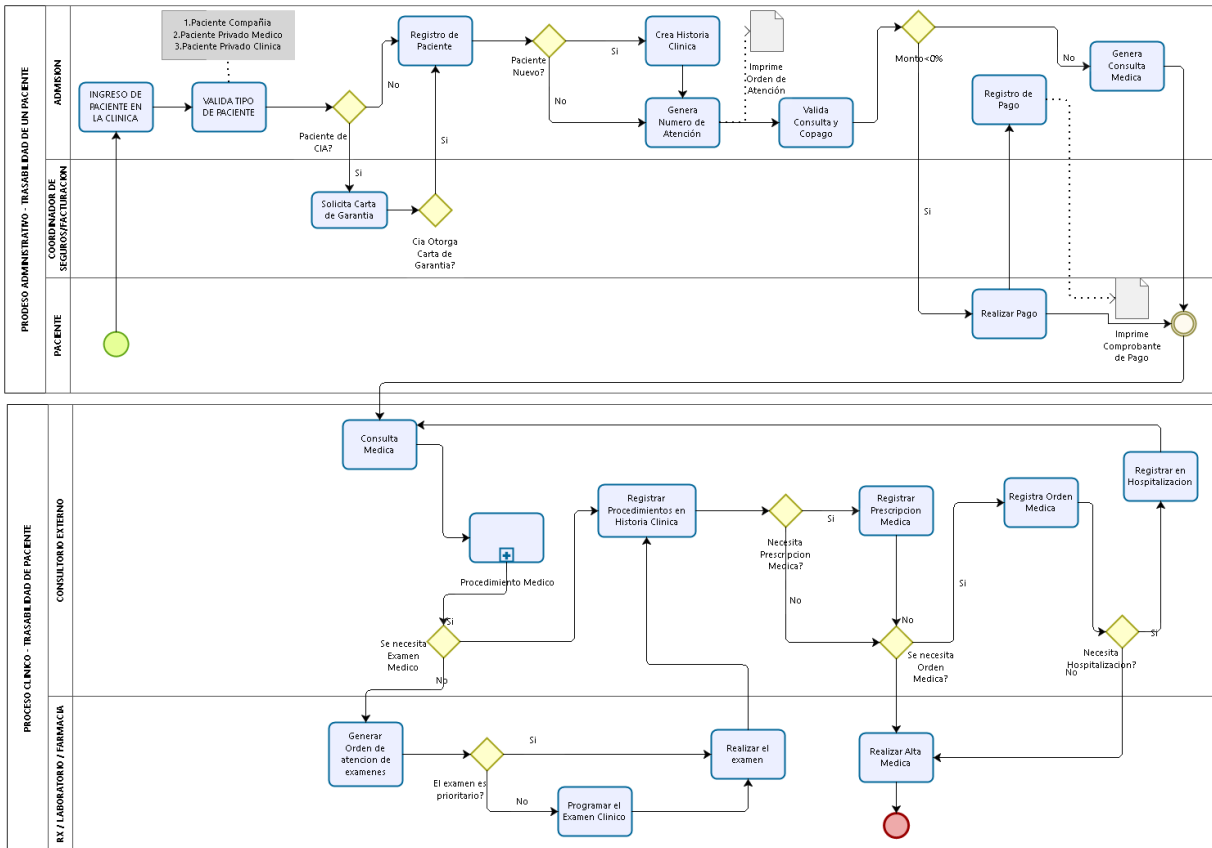


Figura 8. Procesos descritos para del área administrativa y clínica a mejorar

Fuente: Elaboración Propia

En este punto hablamos de realizar una mejora de procesos en la parte clínica, que es el segundo bloque “PROCESO CLINICO – TRAZABILIDAD DEL PACIENTE”, en este proceso se tienen un registro inadecuado de la historia clínica y es la primera fuente de datos donde se genera la inconsistencia de datos de un paciente, esto se debe a muchos factores que hacen que se tenga un registro poco claro e incorrecto en su llenado cuando se

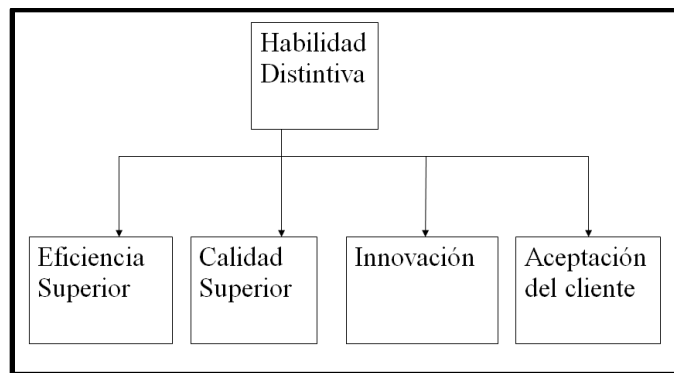


tienen a un paciente en una de las distintas áreas de la clínica para su tratamiento. Actualmente se cuenta con un sistema cliente servidor, en plataforma Visual Basic .Net que se encuentra instalado a distintos equipos y es desde donde se registra distinto tipo de información que se va registrar en la historia clínica.

### 2.2.2 Análisis Estratégico

Uno de los principales objetivos de la Clínica San Bernardo S.A. es:

La misión de la clínica es resolver distintos problemas de salud relacionados a dolencias de origen traumatológico y emergencias medico quirúrgicas, en cualquier circunstancia que se presente de forma rápida, eficiente, con un trato personalizado y cuidando la economía de nuestros pacientes.



*Figura 9. Capacidades que tiene que tener un entorno clínico*

***Fuente: Elaboración Propia***

La habilidad distintiva está caracterizado por ser habilidades y aptitudes capaces de proporcionar distintos beneficios a los pacientes, y esto en un futuro permitirá reducir

costos de la Empresa con el uso de la tecnología, siendo la tecnología una parte importante para desarrollar esta habilidad.

Las empresas tienen ventajas competitivas cuando logran posicionarse de mejor manera que la competencia en la captación de nuevos clientes y, además logra defenderse contra las fuerzas competitivas.

Desde esta perspectiva, y el futuro crecimiento que viene teniendo esta Clínica, la mejora en la atención es uno de los pilares que tienen como objetivo, para su continuo crecimiento en el mercado, mejorando su rentabilidad y gastos generados productos de los distintos tipos de servicios que brinda, para ellos se realizara un análisis FODA de su entorno.

### **Análisis FODA**

El presente cuadro se resume los objetivos, estrategias, fortalezas y debilidades:

*Tabla 7. Cuadro de Fortalezas y Debilidades de la Clínica San Bernardo S.A*

<b>CLINICA SAN BERNARDO S.A.</b> Institución que se dedica a resolver problemas de salud relacionados a dolencias de origen traumatológico y emergencias medico quirúrgicas, en cualquier circunstancia que se presenten, en forma rápida, eficiente, con trato personalizado y cuidando la economía de los clientes.		
<b>Estrategias</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ofrecer atención a la mayoría de entidades aseguradoras.</li> <li>➤ Ofrecer calidad a precios competitivos.</li> <li>➤ Ofrecer sus servicios a todo tipo de personas, empresas y convenios con instituciones u hospitales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Personal altamente calificado y con amplia experiencia en el sector.</li> <li>➤ Reconocido por los especialistas en la parte traumatología y cirugía general.</li> <li>➤ Experiencia en más de 25 años.</li> <li>➤ Equipos dedicados para la parte traumatológica, prótesis y densitometría ósea.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Orientada principalmente a empresas grandes o corporativas.</li> <li>➤ Elevados costos fijos producto de falta de planificación y demanda de pacientes.</li> <li>➤ Poco manejo de demanda de clientes en ciertos periodos.</li> </ul>

El presente cuadro resume los objetivos, estrategias, oportunidades y amenazas:

Tabla 8. Cuadro de Oportunidades y Amenazas de la Clínica San Bernardo S.A.

CLINICA SAN BERNARDO S.A.		
Institución que se dedica a resolver problemas de salud relacionados a dolencias de origen traumatológico y emergencias medico quirúrgicas, en cualquier circunstancia que se presenten, en forma rápida, eficiente, con trato personalizado y cuidando la economía de los clientes.		
Estrategias	Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cubrir las demandas acordes a una buena calidad de atención a los pacientes.</li> <li>➤ Mejorar las atenciones a nivel de tiempo y efectividad.</li> <li>➤ Capacitar al personal para lograr mejorar las atenciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Tener demanda considerable por parte de clientes y por las aseguradoras e instituciones publicas.</li> <li>➤ Nuevos convenios con instituciones.</li> <li>➤ Expandirse en tema de EPS's.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nuevas clínicas por el sector.</li> <li>➤ Clientes poco satisfechos.</li> <li>➤ Costos más competitivos de otras clínicas.</li> </ul>

### ASPECTOS IMPORTANTES DE LA ORGANIZACIÓN:

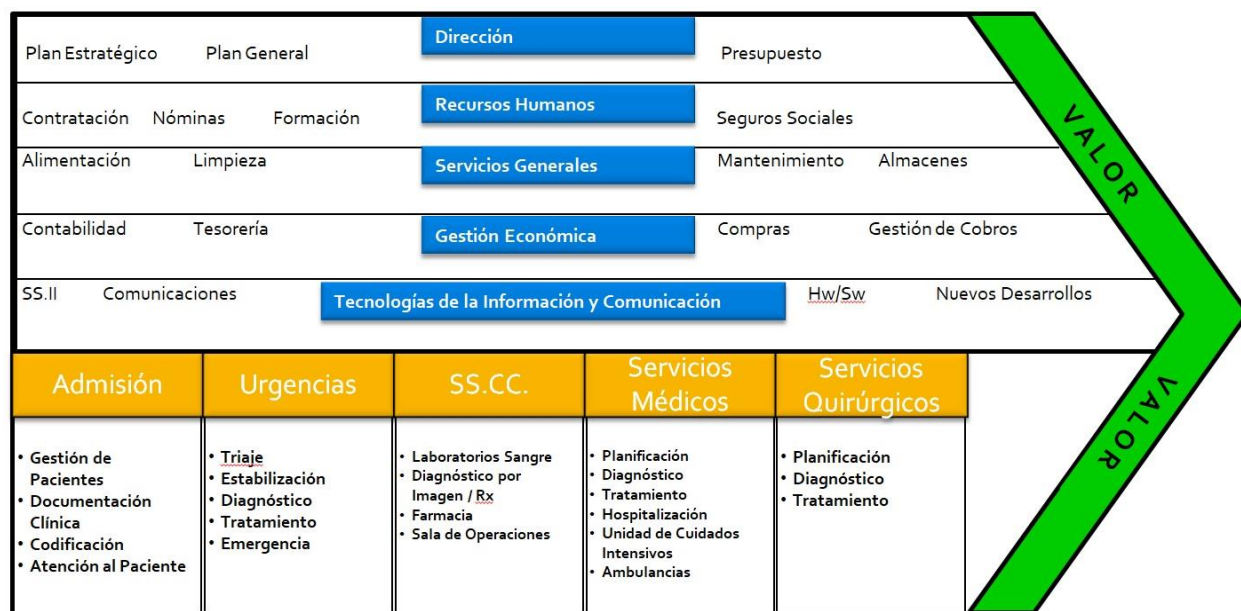


Figura 10. Cadena de Valor de la Clínica San Bernardo S.A.

Fuente: Elaboración Propia

Utilizando la cadena de valor de la *Figura 10*, se ha definido que todos los servicios brindados por la clínica, están orientados hacia los distintos tipos de pacientes que tiene la clínica.

### 2.2.3 Desafíos Estratégicos

Después de una descripción general con las distintas herramientas, se llegó a detallar los siguientes desafíos estratégicos que se necesitan para que la clínica tenga un horizonte claro y alentador.

*Tabla 9. Cuadro de Desafíos Estratégicos de la Clínica San Bernardo S.A.*

Desafíos Estratégicos	Ventajas Clave	Sustentabilidad
Mejora continua de los servicios clínicos, consulta y atención de pacientes.	Los especialistas en traumatología y ortopedia son los más valorados en el mercado local y nacional.	Mejorar la velocidad y calidad de atención en los distintos servicios, evitando colas de espera muy prolongados.
Fortalecimiento del sistema de registro de Historias Clínicas.	La mejora del registro clínico permitirá mejorar varias áreas, donde las validaciones de datos son importantes para la facturación, informes médicos y otros.	La consistencia de datos productos de registros en los distintos ambientes clínicos permitirá, mejorar y aminorar costos de reprocesos.
Uso de tecnologías Online que permitan una mejor atención.	La innovación de los entornos clínicos son cada vez una realidad y esto generara mejor satisfacción de los clientes.	El uso de las tecnologías existentes en los entornos clínicos, son cada vez una necesidad para poder cubrir distintas necesidades.
Mejora continua de los procesos clínicos y el acceso a la información.	Desarrollo de entorno personalizado en los distintos servicios, que permitan un adecuado registro y consulta de la información.	Los tramites a las distintas solicitudes que tienen los pacientes, cada vez se acorta, por lo que es necesario ver la necesidad de dar una respuesta rápida a estas necesidades.

## **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

En esta sección se detallará el marco conceptual para la parte de desarrollo de software, como para las tecnologías que se pueden utilizar en la solución de la red interna, para la comunicación del paciente con el sistema.

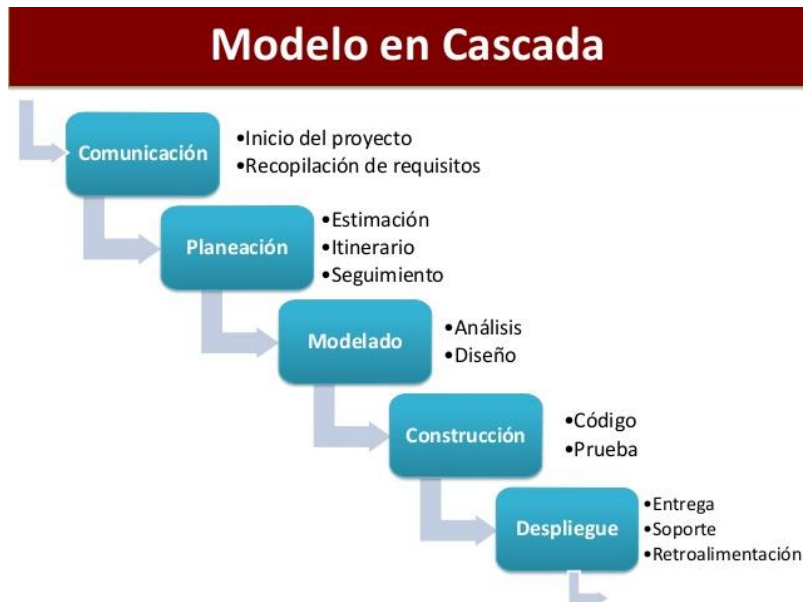
### **2.3.1 REVISION DE METODOS Y METODOLOGIAS DE DESARROLLO DE SOFTWARE**

El desarrollo de software ha ido evolucionando constantemente, en conjunto con el desarrollo del hardware, actualmente cada vez más este modelo de desarrollo de software es adaptativo a las necesidades de las organizaciones para el tipo de proyecto a desarrollar. Desde la aparición de las Mainframes esta evolución ha sido influenciada por los cambios tecnológicos tanto a nivel de dispositivos como a nivel de tecnologías de desarrollo, pasando desde entornos de escritorios a entornos móviles, el correcto entendimiento de su uso permitirá usar una adecuada metodología en base a sistema de información a modelar. Se detallan las metodologías a modo de resumen como las siguientes:

#### ***METODOLOGIA EN CASCADA: FRAMEWORK LINEAL:***

Una de las metodologías más difundidas para el desarrollo de software es el modelo en cascada, este enfoque metodológico ordena rigurosamente cada una de las etapas del proceso de desarrollo de software, de manera que cada una de las etapas son realizadas de manera secuencial, en el que se tiene que esperar la finalización de la etapa anterior para continuar con la siguiente etapa. En la *Figura 11* se detalla cada una de las etapas de esta metodología.

Este modelo es rígido y permite tener una mejor planeación del proyecto, permitiendo también determinar de manera fácil los costos y los plazos del proyecto.



*Figura 11. Modelo en Cascada para el desarrollo de software*

***Fuente: (Cardozzo, 2016)***

### **1. Análisis de requisitos:**

En esta etapa se analizará todos los requerimientos que cubrirá el software, se basará en las necesidades de todos los usuarios involucrados en el proyecto, de esta fase surge el documento de especificación de requisitos, este documento permitirá tener una especificación completa de lo que deberá hacer el sistema sin especificar a detalle las especificaciones del sistema a realizar.

Es importante detallar que esta etapa es fundamental para que el proyecto sea un éxito, ya que en esta etapa se debe consensuar todos los requerimientos que el software cubrirá.

## **2. Diseño del Sistema:**

En esta etapa, se realiza una organización y descomposición de todo el sistema en elementos que se puedan manejar, esto permite manejar los componentes a desarrollar con el equipo de desarrollo, para la distribución de componentes de software. Como resultado de esta etapa se tiene el documento de diseño de software, en el que se especifica la estructura global del sistema y sus especificaciones de cada una de las partes a desarrollar y su relación con los demás componentes de software.

## **3. Diseño del Programa:**

En esta etapa se verifican las necesidades del proyecto a realizar, y sus posibilidades de realización para el cumplimiento de los requerimientos de los usuarios, así como también la realización de un análisis para determinar las herramientas para la codificación.

## **4. Codificación:**

En esta etapa es donde se lleva a cabo la mayoría de trabajo de programación, en el que se implementa el código fuente, haciendo uso de los distintos prototipos desarrollados previamente, así como la planificación de pruebas y ensayos necesarios para corregir errores de programación.

## **5. Pruebas:**

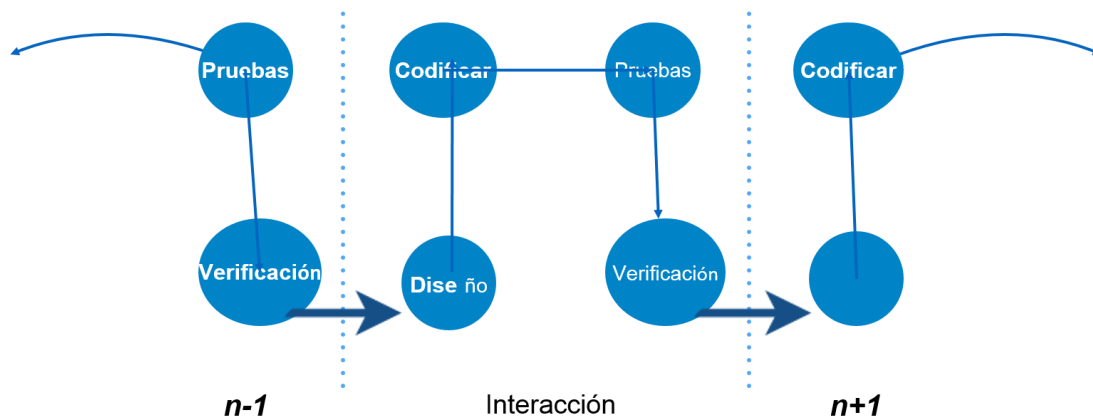
En el modelo cascada se hace necesario de tener una etapa para la comprobación del correcto funcionamiento de lo que se está desarrollando para cumplir con los requisitos funcionales y no funcionales.

## 6. Verificación:

Como etapa final de esta metodología, permite realizar una validación con los usuarios finales que ejecutan el sistema, previamente para poder realizar esta fase se tiene que haber realizado las distintas pruebas del software a desarrollar. Esta etapa es primordial para que el usuario final pueda aprobar la realización de los distintos componentes de software.

### **MODELO REPETITIVO**

Este modelo de trabajo es guiado por un proceso de desarrollo de un software por repeticiones. Proyecta el proceso para el desarrollo de forma cíclica repitiendo cada etapa después de cada iteración en el proceso de SDLC.



*Figura 12. Modelo en Cascada para el desarrollo de software*

**Fuente: (Cardozzo, 2016)**

El software tiene un proceso incremental, se comienza el proceso de desarrollo en menor escala hasta conseguir entregables confiables. Para cada repetición se consiguen más módulos codificados y pasan por un conjunto de pruebas. En cada ciclo se llega a producir un software completo y con los requerimientos que se haya quedado con el cliente.



Después de cada iteración el equipo de proyecto realiza una reunión para poder realizar una gestión de riesgos para la siguiente iteración. En cada iteración se incluye pequeñas porciones o componentes de software del total de software a desarrollar, es más fácil administrar todo el proceso de software, pero se necesitan más recursos para hacer estas tareas y llevarlas a cabo.

## MODELO V

Uno de los inconvenientes del modelo en cascada es que solo se pasa a la siguiente etapa cuando se completa la etapa anterior, por lo que no es posible volver hacer un análisis de retroceder a una etapa anterior. El Modelo V te permite realizar una evaluación del software en cada una de sus etapas de manera inversa.

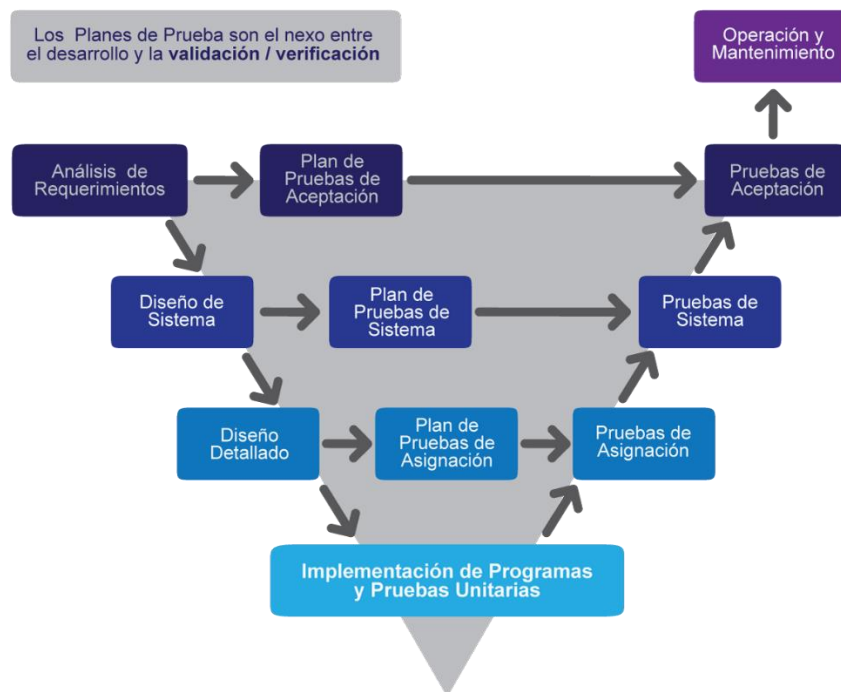


Figura 13. Modelo en Cascada para el desarrollo de software

Fuente: (Sebastian Ruben Gomez Palomo, 2014)

En cada una de las etapas, se crea una planificación de las pruebas y sus respectivos casos de pruebas con el fin de verificar y validar el producto según los requisitos de cada una de sus etapas.

Por ejemplo, en el caso de la etapa de recolección de requisitos, el equipo de analistas deberá realizar las pruebas de cada toma de requisitos. Cuando el producto de software es desarrollado y esté preparado para ser evaluado, las pruebas de caso en cada una de las etapas se tendrán que verificar y validar según sus requisitos validados.

Esto permite que tanto la verificación y la validación puedan ser realizados en simultaneo.

Este modelo es conocido como “modelo de validación y verificación”.

### ***MODELO ESPIRAL:***

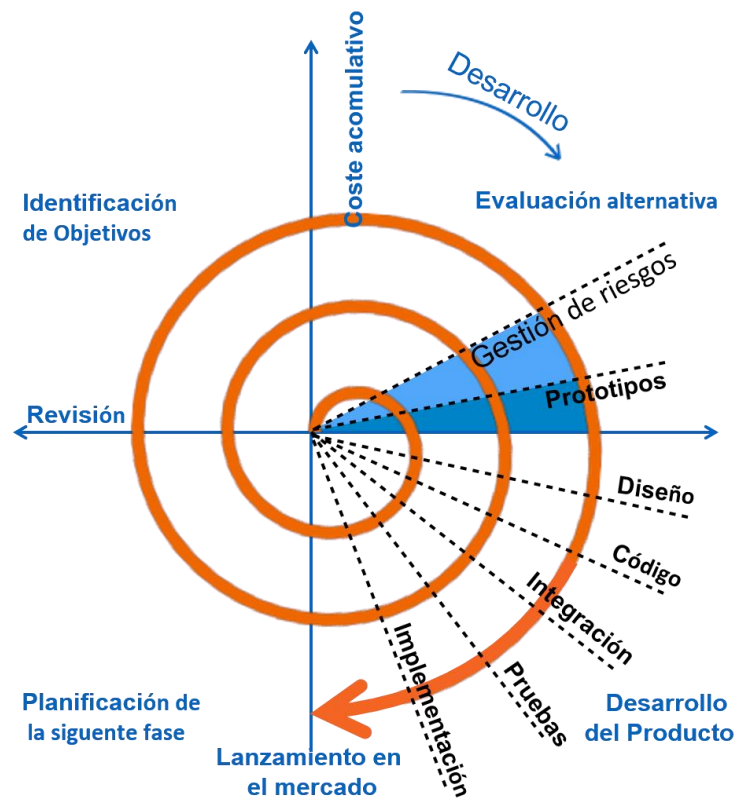
El modelo espiral es una metodología que desarrolla el proceso de desarrollo de software de manera secuencial y estructurada. Las actividades definidas en este modelo se estructuran en una espiral como se detalla en la *Figura 13*, en la que cada ciclo o iteración representa las actividades definidas a realizar por el equipo de proyecto. Las actividades y tareas a realizar no tienen asignadas ninguna prioridad, sino que las siguientes se eligen en función del análisis de riesgos realizado comenzando por el ciclo anterior.

### **Modelo desarrollado y planteado por Boehm**

El uno de iteraciones se define después de un análisis de desarrollo del software a realizar por el equipo de proyecto. Cada ciclo se divide en 4 sectores:

- Sección de Planificación: Determinación de los objetivos, alternativas y restricciones.

- Sección de análisis de riesgos: Realizar un análisis de alternativas e identificación y resolución de riesgos.
- Sección desarrollo del producto: Desarrollo del producto de cada uno de sus componentes.
- Sección de evaluación: Realizar la valoración de los requerimientos solicitados por el cliente y verificar los resultados obtenidos.

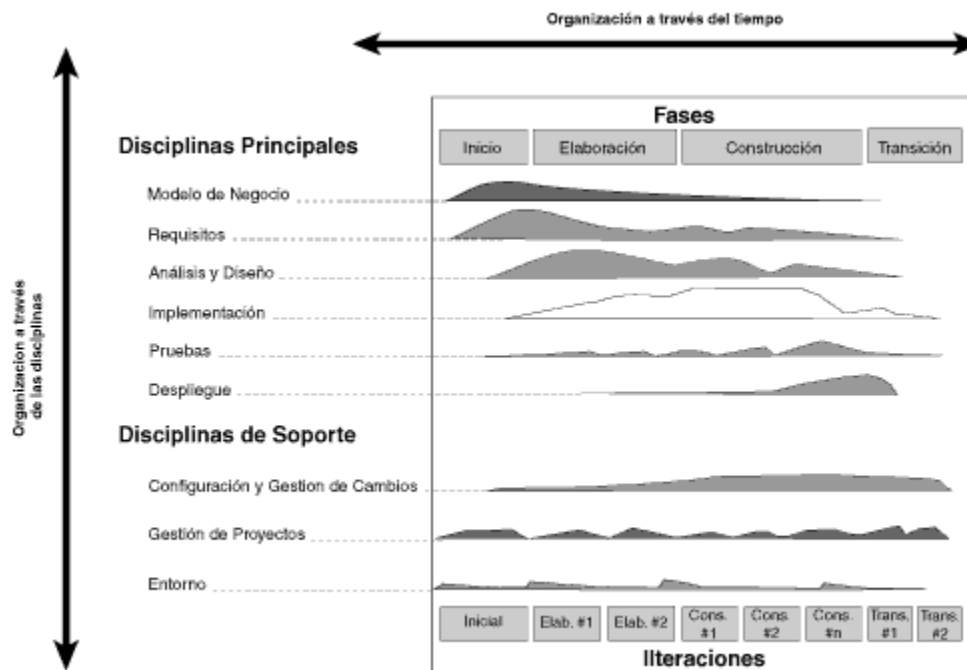


*Figura 14. Modelo en Espiral para el desarrollo de software*

*Fuente: (Morales, 2017)*

## **MODELO UNIFICADO - RUP:**

El Proceso Unificado es ah vuelto con el tiempo en una marca para el proceso de desarrollo de software, la meta principal de este modelo es asegurar el desarrollo de software de una buena calidad. El Proceso Unificado de Rational (RUP) es un marco de trabajo extensible, por lo que muchas veces esta modelo varia su uso de acuerdo al tipo de proyecto a realizar.



*Figura 15. Modelo en RUP para el desarrollo de software*

**Fuente:** (Ahmad K. Shuja, 2007)

El Proceso Unificado (RUP) tiene dos dimensiones (*Figura 14*):

- El eje horizontal es el que representa el tiempo y muestra los distintos aspectos del ciclo de vida del proceso de desarrollo de software y su uso en el tiempo.

- El eje vertical se representa las distintas disciplinas utilizadas en este modelo como las que se agrupan en actividades de una manera lógica de acuerdo al tipo de proyecto a realizar.

El Proceso Unificado (RUP) está basado en componentes, lo que significa que el sistema a construir está hecho de distintos componentes de software que se encuentran interconectados por medio de distintas interfaces bien definidas. El Proceso Unificado usa en sus etapas al Lenguaje de Modelado Unificado (UML) como una herramienta para la preparación de todo y cada uno de los planos del sistema a desarrollar.

Los aspectos distintivos del Proceso Unificado están capturados en tres conceptos clave: dirigido por casos de uso (manejo de casos de uso), centrado en la arquitectura, es iterativo e incremental. Estas características es lo que hace único al RUP.

### **El Proceso Unificado usa los casos de uso de negocio**

Un sistema de software se crea para servir a sus usuarios. Por lo tanto, para construir un sistema exitoso se debe conocer qué es lo que quieren y necesitan los usuarios finales para cumplir con sus requerimientos.

El término usuario en este modelo es extensible por el uso el diseño de casos de uso, y se representa a personas y sistemas que interactúan con otros sistemas. Es por este motivo que el usuario representa como un objeto que interactúa con el sistema a desarrollar.

Los casos de uso es parte fundamental para que se tenga una funcionalidad del sistema acorde a las necesidades de los usuarios y las necesidades que tienen que ser cubiertas para que el proyecto sea sustentable. Los casos de uso son diagramas donde se especifican los requerimientos funcionales de sistema a desarrollar. Todos los casos de uso son los que constituyen el modelo de casos de uso general, y permite describir la funcionalidad completa del sistema.

Esto hace que la arquitectura del sistema y el uso de los casos de uso maduran o evolucionen conforme avanza el ciclo de vida del proyecto.

#### ***MODELO DE INCREMENTAL:***

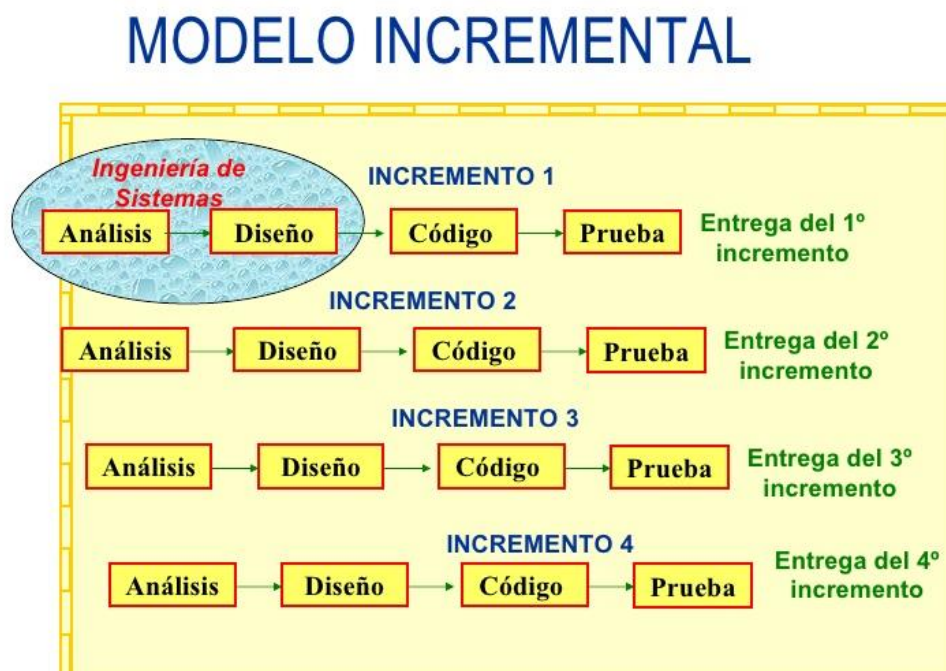
El modelo de desarrollo incremental tiene como fin un crecimiento progresivo de las funcionalidades requeridas por el sistema de desarrollar. Esto quiere decir que el producto o entregable del proyecto va evolucionando en cada una de las entregas previstas y estos se van perfeccionando según las necesidades y las pruebas con los usuarios finales.

El uso de este modelo, permite definir un producto o entregable inicial que tenga los requerimientos básicos con el fin que el sistema cumpla con las necesidades o funcionalidades operativas. En cada incremento se agregará valor para completar todos los requerimientos propios del sistema a desarrollar.

En el modelo Cascada y otros modelos de desarrollo de software, no se tiene en cuenta la evolución del software, se plantea solo como una producto final y cada componente de software es el producto definido en las primeras etapas del desarrollo y estos son estáticos.

Los distintos modelos evolutivos son aquellos modelos que son iterativos y permiten desarrollar distintas versiones de software cada vez más completas y complejas, hasta llegar a un producto o software deseado; incluso se suelen crear proyectos con mejores funcionalidades de las que se definen inicialmente.

El modelo espiral e incremental son dos de los modelos más conocidos y utilizados del tipo evolutivo.



*Figura 16. Modelo Incremental para el desarrollo de software*

*Fuente: (Arias, 2015)*

## METODOLOGIAS AGILES:

La difusión y uso de las metodologías ágiles ha crecido en los últimos años, el uso de cada una de este tipo de metodologías, se basa en el uso particular que se tienen en los proyectos donde se puede hacer uso de esta metodología, cada una de estas metodologías tienen características propias que le permiten diferenciarse de las demás. Se definirá cada una de las metodologías ágiles.

### METODOLOGÍA SCRUM:

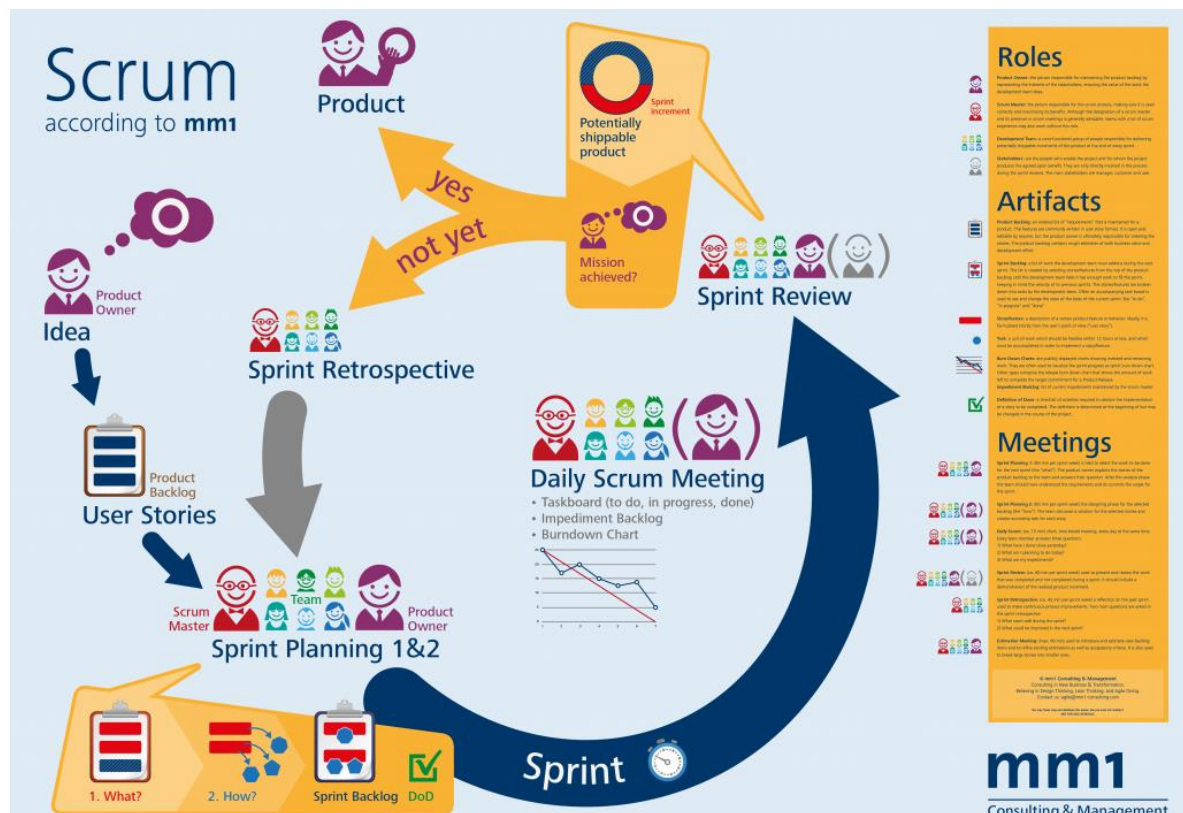


Figura 17. Metodología Ágil Scrum para el desarrollo de software

Fuente: (Martel, 2014)

Para que los proyectos ingresen al marco de lo que es la metodología modelo Scrum, estos proyectos deben de contar con las siguientes características:



- **Desarrollo Incremental.**- Una de las principales características que tiene una metodología ágil es el desarrollo incremental, sin esta característica no puede ser considerada como una metodología Scrum.

- **Calidad de las personas.** - Esta metodología para la calidad del producto o entregable no está orientada a la calidad de sus procesos como otras metodologías, sino esta calidad dependerá en gran medida de las personas que forman el equipo de proyecto, basándolo en su experiencia, organización y todo lo que conlleva trabajar en equipo.

- **Extinción del modelo en cascada.** - En la metodología Scrum, hay un término muy usado denominado “solapamiento”. Esto es independiente del proceso en el que te encuentres en el desarrollo del software, si un proceso necesita estar en espera para poder trabajar en otro proceso, y luego retomar con el proceso que se dejó pendiente a diferencia de las metodologías clásicas como lo son cascada o secuencial en donde el proceso era secuencial y no había vuelta atrás porque cada etapa se cerraba. La ventaja es que en esta metodología no es restrictiva en cuanto a seguir un proceso por pasos, estos pueden ser resueltos acabando procesos posteriores.

La metodología Scrum fomenta el trabajo en equipo en todo su desarrollo, con el fin de conseguir los objetivos de manera eficaz y rápida. A continuación, se definen los términos usados en el proceso hasta la creación de los Sprints.

- **Product Backlog.**- El término de Product Backlog en esta metodología es una lista de las funcionalidades del producto a desarrollar. Este es elaborado por el Product Owner. El Product Backlog debe ser priorizado de acuerdo a diversos factores propuestos por el product owner y ordenado para que los más prioritarios sean resueltos primero.
- **Sprint Backlog.** - Terminado la priorización del Product Backlog, se podrá definir el Sprint Backlog. Que es básicamente la selección de algunos puntos escritos o definidos en el Product Backlog, los cuales deberán ser realizados. Para la realización del Sprint Backlog se tendrá que definir el tiempo de cada Sprint.
- **Sprint Planning Meeting.** - Antes de iniciar un Sprint, el cual es la fase de desarrollo, se realiza lo que es un Sprint Planning Meeting. En este proceso del Scrum, es una reunión que se realiza para definir plazos y procesos a efectuarse para el proyecto establecido en el Product Backlog. Se tiene que tener en cuenta que cada Sprint está compuesto por “features”, que son aquellos procesos o subprocesos que se deben realizar para culminar un sprint.
- **Daily Scrum o Stand-up Meeting.** - Cuando un Sprint está en proceso, después de haber hecho la planeación del proyecto mediante plazos y procesos, entonces entramos a lo que son los Daily Scrum o Stand-up Meeting, que son reuniones diarias que se realizan mientras se está llevando a cabo un Sprint.
- **Sprint Review.** - El Sprint Review, consiste en la revisión de un Sprint que se ha terminado y es cuando se tenga un producto entregable que mostrarle al cliente, y permite saber el avance que se tiene de los requisitos de cliente.

- **Sprint Retrospective.** – El Sprint Retrospective es un término usado que permite al equipo analizar de qué manera se han cumplido los objetivos, si se cometieron errores y de qué manera fueron solucionados, tratando de documentarlos. Esto hace que se tengan lecciones aprendidas para futuros desarrollos como para futuras implementaciones.

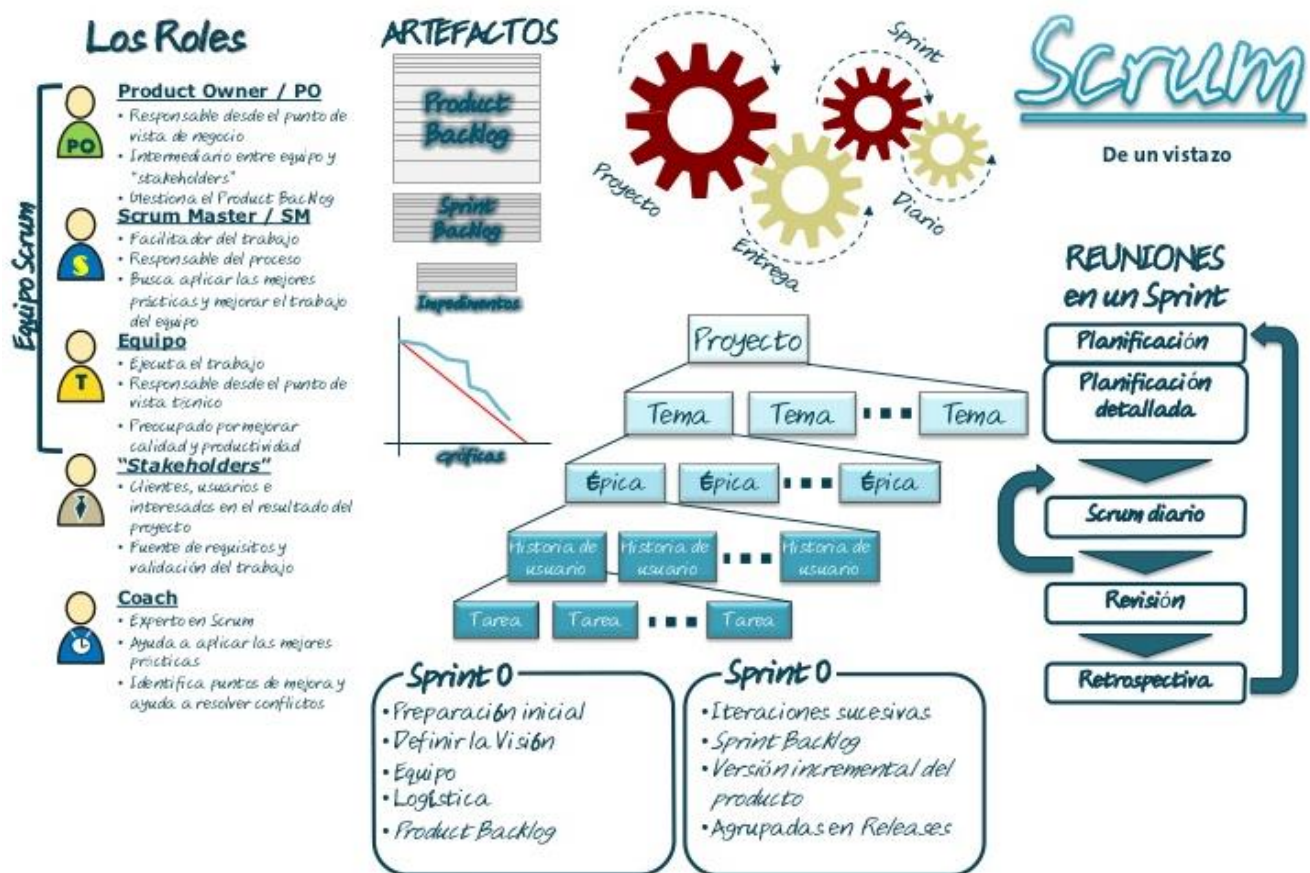
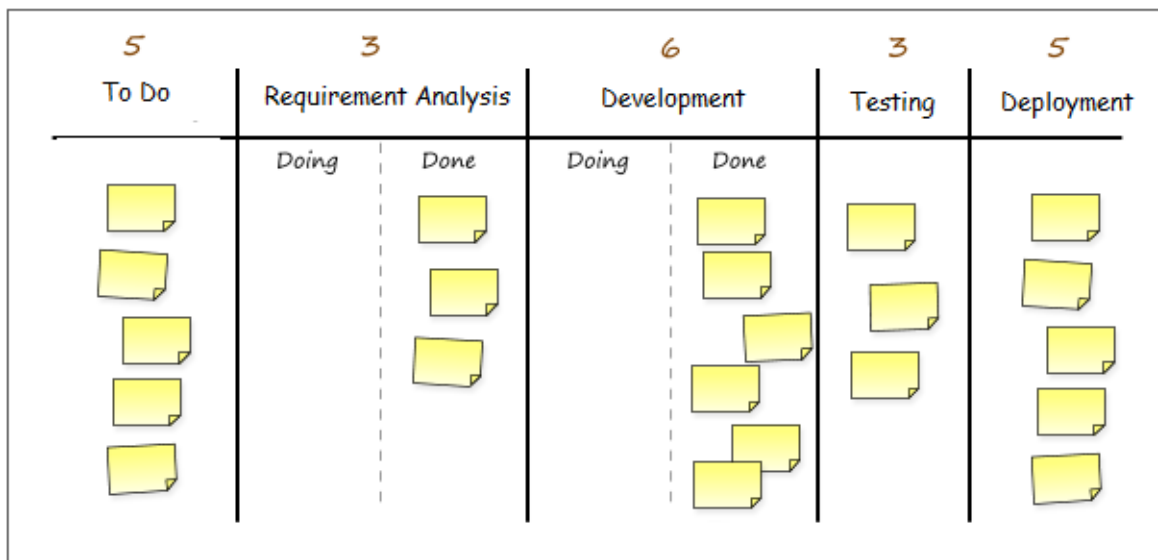


Figura 18. Equipos que componen los Procesos Scrum

Fuente: (Alfonso Alvares, 2012)

## ***METODOLOGÍA KANBAN:***

Es una metodología que consiste en el uso de tarjetas en el que se ubican en distintas ventanas donde se detallan los procesos que se deben llevar a cabo para la realización de proyectos. Empresas como Toyota, fueron una de las primeras en implementarla con el fin de acelerar sus procesos de producción.



*Figura 19. Modelo Kanban para el desarrollo de software*

***Fuente: (Anderson, 2010)***

El trabajo es utilizando con tarjetas físicas o tarjetas virtuales, sin embargo, una forma correcta de hacerlo es con las tarjetas físicas, que el equipo pueda ver y sentir que se estén utilizando para así tener mayor efectividad.

Una de las principales ventajas de Kanban, es que además de ser una metodología Ágil, también es muy fácil de usar e implementar, sobretodo porque el equipo de trabajo se unirá y empezarán a trabajar a la par en diferentes aspectos del desarrollo. Veamos ahora, cuales son los principios básicos de la metodología Kanban.

### ***METODOLOGÍA XP(Programacion Extrema)***

Una de las principales metodologías que influyo en la nueva corriente de metodologías ágiles es la metodología XP. Esta metodología es el que inicio la base para hablar actualmente de metodologías ágiles y esto se debe al aporte que esta metodológio dio al mundo de las metodologías ágiles para la resolución de problemas que surjan cuando se esté desarrollando un proyecto. La principal idea de esta modelo de trabajo es que los requisitos tienen una evoluación constante de su registro, hasta la culminación del entregable a desarrollar. La base de esta metodología es que los requisitos evoluciones en el camino y que se avance con el proyecto.

Esta metodología es una de los pilares por los cuales se construyó el manifiesto ágil, que es un documento que sustenta el uso de metodologías ágiles en distintos tipos de proyectos.

## **Equipo de Trabajo dentro de una Metodología XP**

Seguidamente se va describir los roles que componen el equipo de trabajo dentro de un proyecto será elaborado haciendo uso de la metodología XP, con el fin de tener una idea de la formación que se debe cumplir para tener un equipo haciendo uso de este modelo.

- **Programador.** – Es el encargado de la codificación del sistema/software y muchas veces tiene tareas adicionales para realizar las pruebas unitarias necesarias a los módulos que están desarrollando.
- **Tester.** - Es el encargado de realizar las pruebas del desarrollo de componentes que realizaron los programadores. El tester valida con el cliente lo que se está implementado en cuanto a pruebas funcionales, para que posteriormente se comuniquen los resultados al equipo de proyecto.
- **Tracker.** - El seguimiento será lo suyo. Será el encargado de realizar las comparaciones entre los tiempos estimados antes de empezar un desarrollo y los tiempos reales que se obtuvieron. Tratando siempre de mantener al tanto al equipo para que traten de mejorar los tiempos.
- **Entrenador.** - Este elemento es realmente importante, puesto que es el responsable del proyecto básicamente y precisamente hace las funciones de un entrenador. Se encarga de guiar al equipo por el camino que deben seguir.
- **Consultor.** - Regularmente el consultor no formaba parte del equipo, bueno de hecho no lo integra. El consultor sigue siendo un externo, pero que cuenta con conocimientos específicos y que será capaz de ayudar en la solución de problemas.

- **Gestor.** - Posiblemente el líder más alto. Si se trata de unir a los clientes con los programadores, el gestor es el intermedio, es decir. Es el encargado de vincular e interrelacionar al cliente con los programadores.

### **2.3.2 REDES INALÁMBRICAS**

Un sistema operativo para dispositivos móviles, es un sistema que ha sido creado con el fin de utilizar y manejar dispositivos como: Tablet, Smartphone, Ipad, entre otros. Este sistema operativo se instala en los diferentes dispositivos móviles permitiendo interactuar con todo el software y hardware del equipo como es la cámara, los sensores, las huellas, las llamadas, etc, permitiendo el uso de todos sus recursos.

Estos sistemas operativos son más simples y más ligeros que un sistema operativo para una computadora de escritorio, no requieren tanta de memoria y pueden ser instalados en casi cualquier tipo de móvil.

### ***CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LAS PRINCIPALES REDES INALAMBRICAS***

#### ***Zigbee:***

ZigBee hace referencia al nombre para la especificación de distintos tipos de protocolos de comunicación inalámbrica de bajo consumo, están siendo usados en distinto tipos de aplicaciones embebidas que hacen uso de requerimientos muy bajos de energía para la transmisión de datos haciendo uso de un bajo consumo energético en los dispositivos que transmiten la información. El uso de este tipo de tecnologías, se hace su uso extensible en aplicaciones de propósito general por el bajo coste que se necesita en todo proceso de implementación. Se están haciendo proyecto para el control industrial, recolectar datos médicos en algunos centros médicos, ejercer labores de detección de humo o intrusos o

domótica, etc. Este tipo de red utiliza una pequeña cantidad de energía en su red de forma que cada uno de los dispositivos pueda tener una autonomía de duración en años y su reposición se prolongue por unos años, haciendo de este tipo de red, una red económica.



*Figura 20. Aplicaciones de la tecnología Zigbee*

**Fuente: (Marla Glen, 2012)**

ZigBee usa como banda la ISM para implementaciones de tipo industrial, científica y para la parte médica; con 868 MHz (Europa), 915MHz (Estados Unidos) y 2,4 GHz en el resto del mundo.

Sin embargo, la mayoría de corporaciones opta en su mayoría por la banda de 2,4 GHz para la fabricación de sus dispositivos, por ser una de las bandas más utilizadas. El desarrollo de este tipo de tecnología se enfoca en su mayoría en la sencillez y el bajo



costo, a diferencia de otras redes inalámbricas como la familia WPAN, como es el caso del Bluetooth. Los nodos del ZigBee más completo requieren en teoría solo un 10% del hardware para un nodo de tipo Bluetooth o Wi-Fi (estándar); esta cifra baja aun al 2% para los nodos que son más sencillos dentro de la familia del ZigBee. En la siguiente Figura se detallan sus especificaciones a detalle.

## Módulos ZigBee® comerciales

 Especificaciones		 Wi.FS24-100
Rendimiento	Alcance en ambientes interiores/zonas urbanas	300 + (+ de 100 m)
	Alcance de RF en Línea de Visión para ambientes exteriores	4000 + (+ de 1200 m)
	Potencia de Salida en Transmisión	10 mW, 100 mW (controlado por software)
	Régimen RF de datos	250,000 bps
	Sensibilidad del Receptor	-92 dBm (1% PER)
Requerimientos de potencia	Suministro de Voltaje	2.4 – 3.6 V
	Corriente de Transmisión (típico)	125mA @10mW 150mA@100mW
	Corriente de Recepción (típico)	42mA <
	Corriente Power-Down	5uA <
Información General	Frecuencia	ISM 2400 a 2483,5 MHz
	Dimensiones	1.0" x 1.4" (2,54cm x 3,556cm)
	Temperatura de Operación	-40 to 85° C (industrial)
	Opciones de Antena	Antena integrada en PCB
Trabajo en Red y Seguridad	Topologías permitidas en la Red	Punto a punto, Punto a multipunto, Malla (Z-Star solamente)
	Cantida máxima de nodos en la red	65.543
	Número de Canales	16 (canal 16 se fija en un nivel de potencia reducida)
	Capas de Filtración de la Red	Más de 65.000 direcciones de red



*Figura 21. Aplicaciones de la tecnología Zigbee*

***Fuente: (ZigBee Alliance, 2012)***

## Desarrollos de la ZIGBEE Alliance

ZigBee Health Care

ZigBee Smart Energy

ZigBee Building Automation

ZigBee Home Automation

## Herramientas de administración

WSN Monitor es una aplicación de diagnóstico GUI basada en PC para ZigBeeNet Demo

que se utiliza para mostrar la topología de red y otra información sobre la red

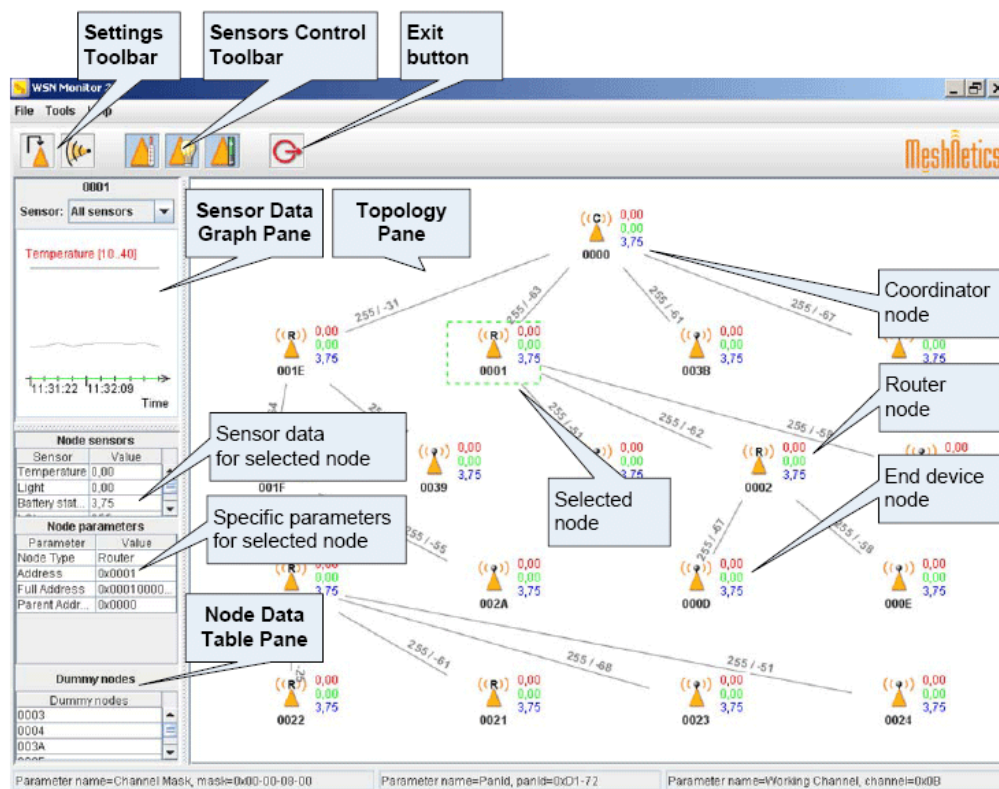


Figura 22. Aplicación y monitoreo de puntos de acceso con ZigBee

Fuente: (Net, 2012)

### **WIFI 802.11:**

La importancia de las redes wireless LAN viene dada, además de por las continuas difusiones de los dispositivos portátiles en la red, y por las principales ofertas aportadas a esta tipología de red: Movilidad, Velocidad y facilidad de instalación, Escalabilidad y flexibilidad Reducción de los costes de mantenimiento e instalación. Ausencia de cableado por movilidad se entiende la posibilidad de proporcionar un servicio fiable independientemente de la localización del usuario de manera más rápida, capaz de acceder a la información en cualquier parte donde se encuentre. Es decir, las redes sin cables ofrecen a los usuarios tanto la posibilidad de moverse utilizando los dispositivos dentro de un área en la que viene garantizada la conectividad a la red, como la de pasar de una red a otra gracias al roaming. La velocidad y simplicidad de instalación derivan del hecho que la tecnología wireless permite la realización de una red en los más disparatados lugares, incluso en muchos casos en los que sería imposible realizar una red clásica cableada, como la necesidad de cablear edificios. Además, las labores de realización pueden ser llevadas a cabo en poco tiempo, dado que se reduce drásticamente la necesidad de colocar cables en la red a implementar. Las WLAN pueden ser configuradas para gran variedad de topologías con el fin de satisfacer la necesidad de aplicaciones específicas y de particulares instalaciones. Las configuraciones pueden ser modificadas fácilmente y el número de nodos puede variar hasta obtener redes de miles de usuarios que pueden operar sobre vastas áreas gracias al roaming. Además, las operaciones de añadir o retirar nodos necesitan de menos tiempo y se actúa con mayor simplicidad respecto a una red cableada, sin implicar ninguna alteración de la red ya presente. Los costes de gestión resultan generalmente reducidos ya que, si por una parte

es verdad que la inversión inicial solicitada por el hardware de las WLAN puede ser más alto que el coste del hardware de las LAN cableadas, es necesario tener en cuenta el hecho que en el tiempo los mayores costes de instalación vienen ampliamente compensadas por los menores costes de gestión calculados sobre el ciclo de vida de la red. En los mayores costes para las LAN cableadas van enumerados los gastos del posicionamiento de los cables y el control de su estado, así como aquellos previstos para las reparaciones de los cables dañados que resultan, más bien, relevantes. Este factor es muy importante en ámbitos empresariales, donde se busca reducir los costes de gestión, para aumentar la competitividad de la corporación. Se tiene en cuenta, de hecho, la notable reducción de gasto para la mano de obra especializada para instalar cables y la disminución en los costes de mantenimiento y los controles periódicos de estado de la red.

### ***Bluetooth:***

Es una tecnología inalámbrica utilizada en distintos dispositivos móviles, para conectarse entre sí con otros dispositivos electrónicos en el que se utiliza altos niveles de seguridad. A través de esta tecnología se puede transmitir cómodamente distintos tipos de datos e información en aparatos tan empleados en la actualidad como los teléfonos móviles y los ordenadores.

La transmisión que usa esta tecnología es por radiofrecuencia, eso quiere decir por ondas de radio de corto alcance y tiene como principal virtud que permite la conexión entre dispositivos sin necesidad de la utilización de cables. Los dispositivos constan principalmente de dos partes: un dispositivo que transmite y a la vez modula la señal a enviar y un controlador digital que procesa la información.

***GPS:***

El GPS es todo sistema de posicionamiento por medio de satélites que fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, diseñado con el fin de apoyar los requerimientos para la navegación y el posicionamiento de todo tipo de objeto con fines militares. En la actualidad su uso es masivo en los distintos tipos de equipos y es usado por los la gran mayoría de dispositivos, es usado a la vez para la geolocalización a nivel del globo terráqueo.

***IPS (Internal Positioning System):***

Es un sistema de posicionamiento para interiores, está conformado por un conjunto de dispositivos utilizados para localiza inalámbricamente diversos tipos de objetos o personas al interior de edificación que tenga como red estos dispositivos. Muchos de los productos que se ofrecen bajo estos protocolos no cumplen con algunas normas internacionales como ISO/IEC2 24730 sobre sistemas de localización en tiempo real.

Los satélites fueron usados para entornos externos pero con buena precisión, pero los IPS se basan en una red de nodos para saber la ubicación de un dispositivo en un nodo en específico.

En la *Figura 23*. Se resume el desempeño de cada tecnología en relación con estas variables. Para fines de comparación, se utilizó una escala de 1-5 con cada tecnología a partir de una puntuación máxima de 5 puntos y un punto deducido por cada inconveniente o limitación importante.

	Bluetooth	WiFi	GPS	ZigBee(HomeRF)	IPS	NFC	Infrarojo
Rango	10m - 20m	≈32m indoor - ≈95m outdoor	≈Miles kilómetros	10m-100m	100m	10cm o menos	0,7m-2,5m
Batería de dispositivos móviles	Días	Días	Días	≈12 Meses	Días	Días	≈20 Meses
Frecuencia de Operación	2.4GHz	2.4GHz	1,6MHz, 87,5MHz, 108MHz	2.4GHz, 868MHz, 902MHz-928MHz	2.4GHz	-	-
Nro. de Dispositivos en la Red	8	2-65000	≈Miles dispositivos	2-65000	2-65000	-	-
Tipología de Red	Picoredes	Estrella, Árbol, Anillo	Estrella	Árbol, estrella y malla	Estrella, Árbol, Anillo	-	-
Consumo de Transmisión	40mA	240mA	≈Medio	30mA	230mA	-	-
Consumo de Reposo	0,2mA	100-10mA	≈Medio	3μA	100mA	-	-
Seguridad	64Bits-128Bits	WEP, WPA,WPA2, WPA2-TKIP,WPA2-AES	OCS,OCX	128Bits AES	-	Chip (Contacto)	-
Estándar	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
Exactitud	4	1	3	5	4.5	5	5
Costo	4	5	3	2	2.5	4	4.5
Privacidad y Seguridad	3	3	2	4	4	4.5	2
Accesibilidad a otro tipo de redes	3	4	3	2	3	3	1
Tecnología y aplicación	Mensajería peer-to-peer, notificación pasiva y envío de archivos	Navegación al aire libre, uso de internet y transferencia de datos.	Seguimiento y navegación para la ubicación de lugares, personas y objetos.	Domótica, Identificación sistemática de productos y servicios ofrecidos a los clientes, inventariado y geolocalización al interior de edificaciones.	Geolocalización interna para la ubicación de bienes y personas.	Entrega de Información entre el consumidor y otra entidad (Pago, emisión de facturas, etc)	Aplicación para el control de dispositivos a corta distancia.

Figura 23. Comparativa de diversas tecnologías inalámbricas

**Fuente: Elaboración Propia**

## 2.4. MARCO LEGAL

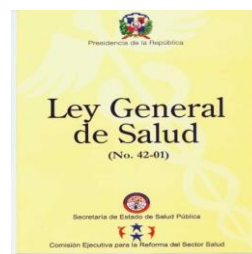
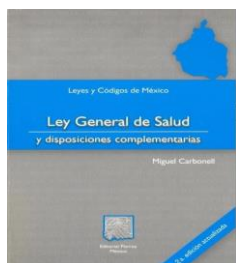
El proyecto para que cumple con los requisitos y estándares propuestos necesita cumplir con la parte legal que se menciona en el siguiente apartado.

### 2.4.1. LEY GENERAL DE SALUD

Es la regla que prima y que es un documento referente a los demás reglamentos del país para la atención de los servicios de clínicos y hospitalarios (de Salud), tales como:

- a. Servicios médicos
- b. Productos farmacéuticos
- c. Insumos e instrumental
- d. Atención sanitaria
- e. Quirúrgicos, cosméticos, de higiene, etc.
- f. Salud laboral
- g. Información, publicidad, seguridad y otros

Se compone de manera general por distintos lineamientos que debe seguirse para un adecuado funcionamiento y regulación de las distintas actividades relacionadas temas de la Salud.



*Figura 24. Ley General de la Salud*

***Fuente: (Peruano, Ley 26842, 2012)***

## 2.4.2. LEY 26842:

TITULO PRIMERO: Derechos, deberes y responsabilidades concernientes a la salud individual.

TITULO SEGUNDO: De los deberes, restricciones y responsabilidades en consideración a la salud de terceros.

Capítulo I: Del ejercicio de las profesiones médicas y afines y de las actividades técnicas y auxiliares en el campo de la salud.

Capítulo II: De los establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo. Capítulo III: De los productos farmacéuticos y galénicos, y de los recursos terapéuticos naturales.

Capítulo IV: Del control nacional e internacional de las enfermedades transmisibles.

Capítulo V: De los alimentos y bebidas, productos cosméticos y similares, insumos, instrumental y equipo de uso médico- quirúrgico u odontológico, productos sanitarios y productos de higiene personal y doméstica.

Capítulo VI: De las sustancias y productos peligrosos para la salud.

Capítulo VII: De la higiene y seguridad en los ambientes de trabajo.

Capítulo VIII: De la protección del ambiente para la salud.

TITULO TERCERO: Del fin de la vida.

TITULO CUARTO: De la información en salud y su difusión.

TITULO QUINTO: De la Autoridad de Salud.

TITULO SEXTO: De las medidas de seguridad, infracciones y sanciones.

Capítulo I: De las medidas de seguridad.

Capítulo II: De las infracciones y sanciones.

*Figura 25. Ley General de la Salud - Indice*

***Fuente: Fuente Propia***



### **2.4.3. Ley N° 29733**

Las definiciones que se tienen que tomar en cuenta para esta ley son las de datos personales y datos sensibles de las personas. En la primera se definen los tipos de información que tiene cada una de las personas que puede ser considerado como datos personales, y en caso de la segunda se toman en cuenta como dato o información importante “las características físicas, morales o emocionales, los hechos o circunstancias de su vida afectiva o familiar, los hábitos personales que corresponden a la esfera más íntima”.

En el caso de los datos sensibles, la Ley exige que el consentimiento de esta sea de manera escrita, en el cual Reglamento explica que este puede ser por firma manuscrita sino además por firma digital u otro mecanismo de autenticación.

#### ***CONSENTIMIENTO:***

La Ley exige un consentimiento para tratar un dato personal de una persona debe ser previo, expreso, e inequívoco, a lo cual al reglamento se le ha añadido una nueva condición que es el de ser libre.

#### ***POLÍTICA DE PRIVACIDAD***

Luego de aprobada la Ley Nro.29733, muchas entidades publicaron Políticas de privacidad en sus portales web como forma de solicitar consentimiento implícito o expreso del consentimiento del usuario o visitante del portal, a lo cual el Reglamento define que la publicación de estas

políticas no será entendida como forma de solicitar u otorgar consentimiento expreso, solo como cumplimiento del deber de información a los titulares de los datos sobre el tratamiento de su información personal.

***POLÍTICAS DE ESTADO:***

Por las observaciones por parte de muchas entidades del estado por posibles contingencias que podrían observarse en el texto del Reglamento de la Ley, motivo por el cual hasta fue observado por la Presidencia del Consejo de Ministros, el Reglamento anuncia ciertas consideraciones respecto a políticas transcendentales del Estado Peruano para el manejo de esta información.

Fuente: (Peruano, Ley de Protección de Datos Personales, 2011)

**2.4.4. Decreto Legislativo Nro. 1158 y el 1289 (Defensa de la salud de los peruanos y peruanas)**

- Ley de Protección de Datos Personales (Mencionado Anteriormente)
- Reglamento de la Ley aprobada por el D.S. Nro. 003-2013-JUS.
- Directiva de Seguridad de la Información de la Ley de Protección de Datos Personales

**2.4.5. Ley Nro. 30024 (Ley que crea el Registro Nacional de Historias Clínicas Electrónicas)**

Esta ley está respaldada por una infraestructura tecnológica especializada en salud que permite a los pacientes o a su representante legal y a los distintos profesionales de la salud que son previamente autorizados por los pacientes, el acceso a la información clínica y personal contenida en las historias clínicas electrónicas, como uno de los términos estrictamente necesarios con el fin de garantizar la calidad de la atención en los establecimientos de salud y en los distintos servicios médicos donde será atendido bajo el ámbito de la Ley 26842 y la Ley General de Salud. Fuente: (Peruano, 2013)

## CAPÍTULO 3.

### DESARROLLO DEL PROYECTO

#### 3.1. PLANIFICACION

##### 3.1.1. PLAN DE PROYECTO

Este proceso será realizado en base a la metodología a utilizar, y en coordinación con el equipo de proyecto para coordinar las facilidades tanto de recursos y facilidades que estará dispuesta a entrar la empresa al equipo de proyecto.

##### 3.1.2. DIAGRAMA DE RESUMEN (DE LA LINEA BASE)

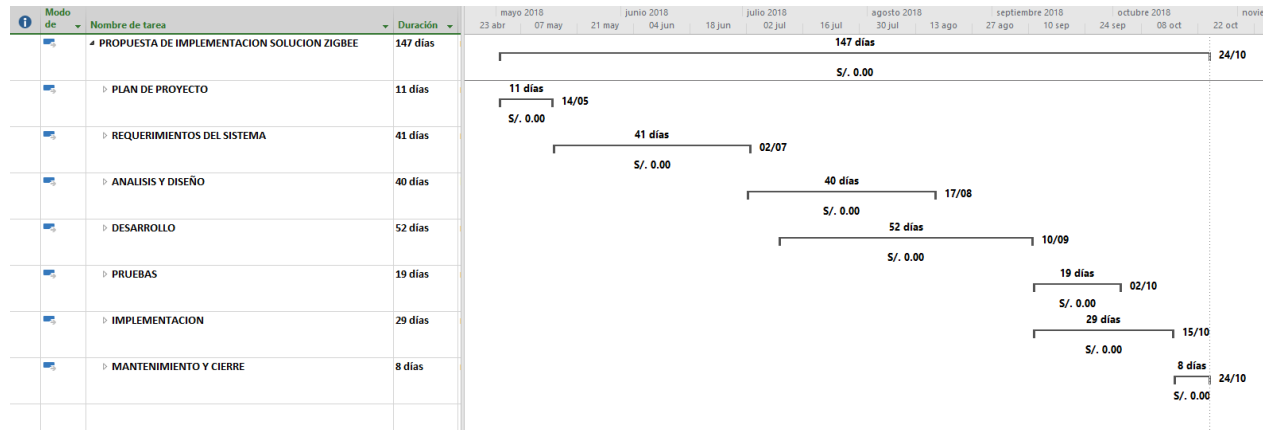


Figura 26. Línea Base del proyecto – Nivel 1

Fuente: Elaboración Propia

##### 3.1.3. DIAGRAMA DE HITOS (DE LA LINEA BASE)

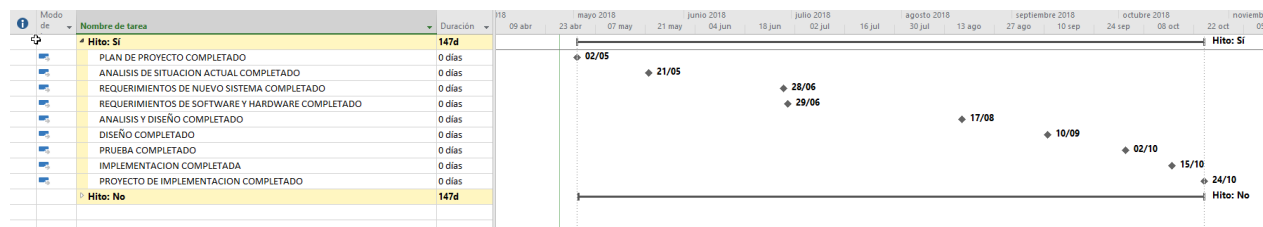


Figura 27. Diagrama de Hitos para paquetes de trabajo Nivel 1

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. DIAGRAMA DE RECURSOS:

VISIÓN GENERAL DE LOS RECURSOS

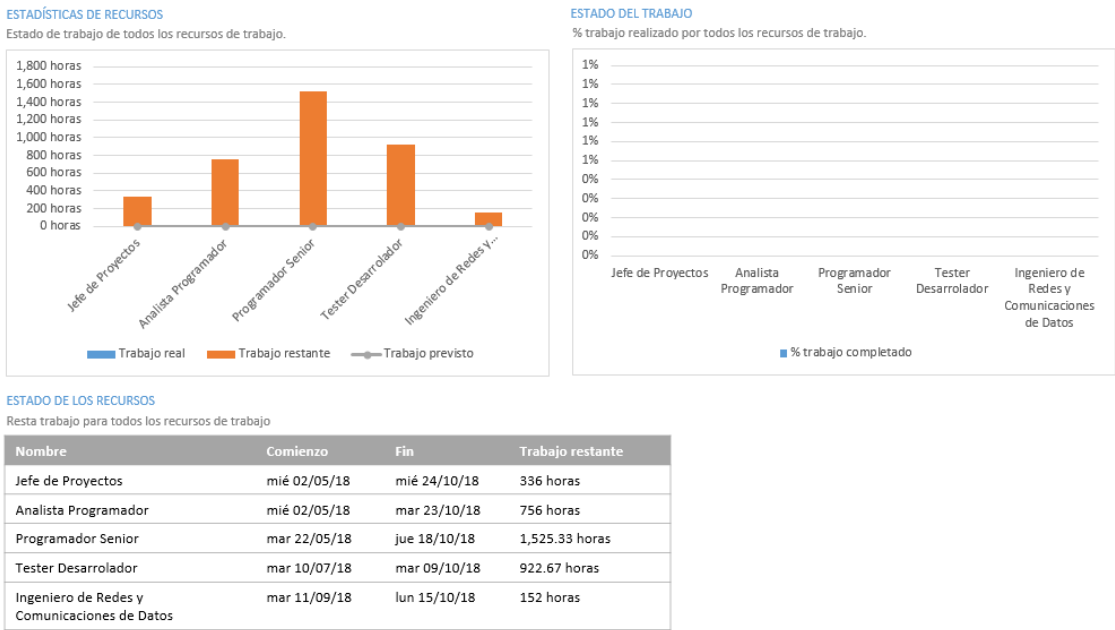


Figura 28. Diagrama de Recursos del Proyecto

Fuente: Elaboración Propia

3.2. MODELAMIENTO

3.2.1. MODELO DE NEGOCIO

A. MAPA DE PROCESOS

El siguiente mapa de procesos, detalla el proceso por el que se maneja un ingreso de un paciente para los distintos servicios que puede brindar la clínica, pero el presente estudio se basa principalmente en los procesos de admisión, consultorio externo, sala de operaciones y hospitalización, tanto para el registro del paciente como en el proceso llenado de la información del paciente en el historial clínico y su registro en el sistema.

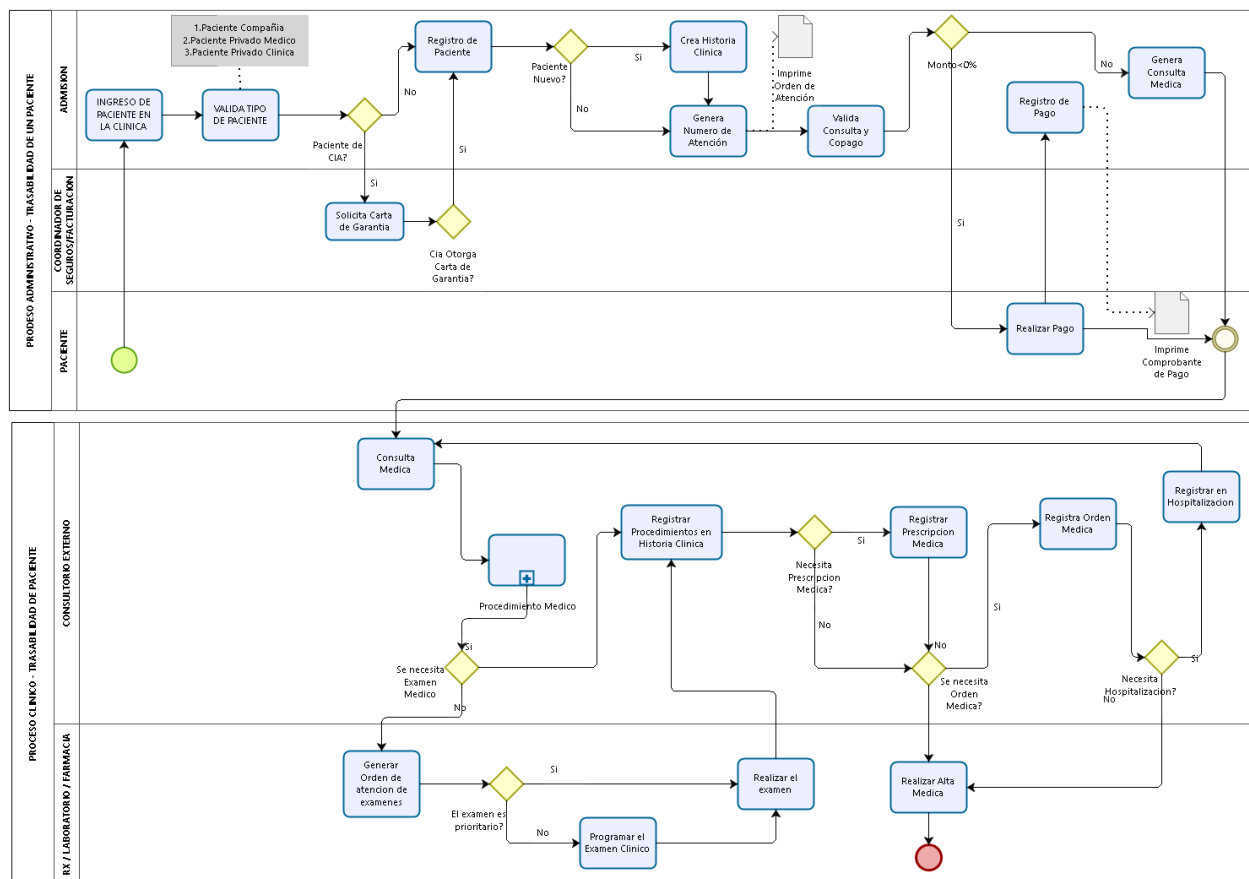


Figura 29. Proceso de atención a pacientes

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2. ANALISIS

#### A. Requisitos del sistema a implementar

El sistema planteado pretende ser un apoyo al sistema actual, con el fin que este aporte mejoras en cuanto a su uso en la parte clínica y poder así tener un sistema mejor integrado y que sea un excelente aporte para la mejora de procesos asistenciales de los pacientes. Este sistema estará orientado a la mejora de procesos que realiza el personal clínico, como: médicos, enfermeras, técnicos en enfermería, radiólogos, laboratorio clínico, farmacia y personal administrativo.

El sistema a construir permitirá integrar las áreas de la parte clínica, para que se pueda tener actualizado el historial clínico de un paciente, ya que este es el proceso principal a mejorar para el apoyo y registro adecuado de la información. El software a desarrollar cubrirá una mejora en todo el proceso asistencial apoyándose de la tecnología Zigbee para proveer una mejor solución a futuro.

La siguiente imagen muestra un esquema de las áreas que serán cubiertas por esta implementación y cuáles son los requisitos generales de las áreas.



*Figura 30. Procesos clínicos generales*

***Fuente: Elaboración Propia***

### ***Usuarios:***

**Administrador:** Personal encargado de administrar el sistema clínico, dar permisos y modificaciones de perfiles de usuario y generar reportes del sistema. El perfil de este usuario de sistema permitirá crear, modificar y eliminar tablas maestras del sistema y tener un entorno de configuración general del sistema.

**Médico:** Personal del área clínica que permitirá registrar las atenciones de los pacientes, siendo un usuario importante del sistema, ya que este usuario registrará y modificará el historial clínico de un paciente. Permitirá administrar su agenda y disponibilidad de horarios de atención por medio del aplicativo web.

**Enfermera:** Personal encargado de administrar las citas de los médicos, control de los pacientes y verificación de registros en hospitalización.

**Admisión:** Personal del área administrativa, encargado del registro de ingreso del paciente, programación de horarios médicos y sala de operaciones.

**Farmacia:** Personal del área clínica y administrativa, que permite registrar el consumo de materiales y medicamentos en los distintos procedimientos realizados a un paciente.

**Laboratorio:** Personal encargado de los procedimientos del banco de sangre y registro de los resultados de los exámenes de banco de sangre.

**Radiólogo:** Personal encargado de los procedimientos de diagnóstico por imágenes, que registrará los resultados de los exámenes radiológicos.

### **3.2.3. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES:**

Las listas de requerimientos funcionales del software serán especificadas por los módulos que cubre cada departamento y especificarán en detalle lo que se necesita en cada módulo, para luego identificar los diferentes actores y sus respectivos casos de uso en detalle para poder cubrir todos los requerimientos necesarios para desarrollar el sistema web.

#### **3.2.3.1. Módulo de Admisión:**

El módulo de admisión debe cubrir los requerimientos necesarios para que el personal de admisión pueda realizar todos los procesos para la admisión de un paciente, que se detalle en lo siguiente:

- Realizar el registro del paciente, incluye la toma de datos, validación si el paciente es quien dice ser. Realizar la asociación con la pulsera Zigbee.
- Registrar la historia clínica del paciente.
- Realizar la programación de citas de los médicos y médicos de turno.
- Modificar la programación de una cita médica.
- Eliminar una cita médica.
- Asignar una cama a un paciente nuevo o que ya se encuentra registrado.
- Realizar el registro de una historia clínica
- Consultar pacientes registrados



### **3.2.3.2.Módulo de Consultorio Externo y Hospitalización:**

El modulo para consultorio externo y hospitalización, permitirá realizar un conjunto de procedimientos necesarios tanto para los médicos y enfermeras. Se detalla algunos requerimientos en lo siguiente:

- Realizar el ingreso del paciente, permitiendo confirmar su atención y hospitalización.
- Realizar la toma de notas de un paciente a pie de cama en el sistema
- Realizar la programación de citas de un médico.
- Realizar la asignación y administración de las camas.
- Registrar las altas de los pacientes.
- Realizar consulta del historial clínico.
- Verificar los pacientes que tenemos en la clínica.
- Realizar el registro de la disponibilidad de un medico
- Realizar el registro de órdenes de pago.
- Realizar el registro de las atenciones médicas de un paciente.
- Consultar la historia clínica de una paciente.

### **3.2.3.3.Módulo de Laboratorio Clínico:**

El módulo de laboratorio permite realizar consultas básicas de la información de un paciente, permite realizar el registro de formatos de atención y registro de exámenes de sangre y otros.

#### **3.2.3.4.Módulo de Radiología:**

El módulo de radiología permite realizar consultas básicas de la información de un paciente, permite realizar el registro de formatos de atención y registro de imágenes.

#### **3.2.3.5.Módulo de Farmacia:**

El módulo de farmacia es un complemento básico al módulo que se tiene del sistema de farmacia, este aplicativo permitirá anexar los consumos de las pacientes de los distintos procedimientos realizados a un paciente en cuanto a suministros y medicinas.

#### **3.2.3.6.Módulo de Administración:**

Este módulo tendrá un número de funcionalidades que permitirán tener un sistema mejor administrado que se detalla en lo siguiente:

- Realizar registros, modificaciones y eliminaciones de datos de tablas maestras como: médicos, enfermeras, laboratoristas, farmacia y radiología. Permitiendo administrar los distintos usuarios y tablas maestras.
- Realizar la configuración del aplicativo.
- Ver los pagos generados en el sistema
- Consultar reportes de la parte clínica.
- Consultar pacientes de la clínica e historial clínico.

### **3.2.4. LISTADO DE REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES:**

Para cubrir con las necesidades del cliente se describen los requerimientos no funcionales que tendrá este sistema de información.

#### **3.2.4.1. Interfaces de Usuario Amigable:**

Dado que son múltiples las herramientas que conformarán este sistema de información, se debe contemplar el diseño basado en Web del sistema y la interface amigable que manejaran los usuarios, acorde a sus necesidades y a los lineamientos que se tiene para que funcione en distintos tipos de equipos móviles y diferentes navegadores.

Los formularios y menus deben ser intuitivos para el usuario, presentar ayudas en línea e información de ayuda en los botones presentados, su despliegue frente al usuario debe ser rápida y que permita su navegación a través de los distintos navegadores y los más comunes como Mozilla, e Internet Explorer, Chrome en los distintos sistemas operativos (Windows, Mac, Linux), este sistema también debe ser autoajustable a cualquier tamaño y al tamaño de la resolución de pantalla del usuario, utilizar imágenes optimizadas(Como información de historial clínico) y que el diseño permita mostrar la información de manera dinámica, ágil y estética.

El navegador no debe requerir ninguna modificación o instalación de plugins, applets, o similares para que el software funcione, ni requerir soporte técnico al usuario para poder operar la aplicación. Se debe considerar el diseño de interfaces para que sea soportado en los dispositivos móviles (celulares, tablets, etc.).

#### **3.2.4.2. Interfaces de comunicación:**

Las interfaces para la comunicación deberán contener los estándares actuales para entornos Web y fundamentalmente se deben basar en los protocolos HTTP, HTTPS para su comunicación con los usuarios finales y para el desarrollo de la Web Services como interfaces de otras aplicaciones.

#### **3.2.4.3. Requisitos para el desempeño:**

Esta relacionado al tiempo que toma procesos de inserción, actualización, eliminación, consulta de registros, autenticación y visualización de mensajes o avisos y confirmaciones por parte del usuario, este tiempo de respuesta deberá estar estandarizado de manera general y no debe ser superior a 2.5 segundos, los informes y consultas que presenten una complejidad mediana no deberá exceder el tiempo de 4 segundos como máximo.

Para que el sistema sea funcional, se espera que el 90 o 92% de las transacciones no excedan los tiempos de respuesta entre 2 y 3 segundos, sin embargo estos tiempos serán revisados en una etapa posterior de diseño y programación. Finalmente es necesario que su rendimiento sea acorde con los tiempos de respuesta y la cantidad de usuarios que deberá proyectarse para esta solución acorde a la infraestructura tecnológica actual, por lo que el diseño de sus componentes debe ser eficiente para la cantidad de información a utilizar, siendo necesaria la aplicación de mejores prácticas para diseño y construcción del software.

#### 3.2.4.4.Seguridad.

Se requiere definir la implementación de distintas políticas de seguridad comúnmente aceptadas y las que sean definidas por el área de sistemas de la clínica y los distintos involucrados, para conseguir mejoras en el servicio y la atención, considerando los siguientes aspectos:

- **Identificación y Autenticación de Pacientes.** - La autenticación se debe hacer a nivel del directorio activo, se debe permitir la integración con servicios de directorios basados en el estándar LDAP del controlador de dominio, especialmente para las funcionalidades que permiten autenticación, autorización, administración y almacenamiento de datos de usuarios, teniendo doble validación y centralizada.

Los datos relacionados con la identificación de usuario y su contraseña de acceso deben tener una vigencia de acuerdo las políticas definidas por el departamento de sistemas.

- **Roles.** - El acceso a la información y ventanas de usuario podrá controlarse a través de la función o rol de cada uno de los usuarios del sistema que requieren dicho acceso de acuerdo a los perfiles de usuario, los cuales se pueden agrupar en:
  - Rol administrador (Área de Sistemas, Gerencia)
  - Rol Usuario Clínico (Dependiendo del área y perfil del usuario)
  - Rol Usuario Admisión (Área administrativa)

- **Limitaciones a los servicios.** - Implementar las restricciones para los distintos accesos e implementar políticas de seguridad definidas para el sistema de información y los componentes externos de integración.
- **Integridad:** Para cubrir con este apartado, se requiere la encriptación de los principales datos almacenados en la base de datos, especialmente datos personales de los pacientes. De la misma manera se debe proveer mecanismos de aseguramiento para la integridad de la información registrada en la base de datos. Esta integridad deberá ser estructural, referencial y de restricción funcional.
- **Control de Acceso Externo:** Se debe considerar que parte de la infraestructura presenta un esquema basado en redes seguras en donde se dispone de Firewalls mediante los cuales el manejo de puertos y protocolos son administrados desde este punto, y no desde los sistemas de información.

Se tiene que tener en cuenta aspecto de seguridad para redes públicas, garantizando la confidencialidad e integridad de la información y acceso desde redes de internet. Se debe realizar pruebas de penetración que permitan identificar debilidades para el acceso al sistema en lo relacionado con el entorno, entrada, datos y lógica de la aplicación.

- **Auditoría:** Se debe implementar en cada uno de los módulos, un registro de acciones realizadas por cada uno de los usuarios sobre las principales transacciones realizando un

registro (usuario, fecha, hora) y registros del sistema en lo relacionado con la creación, modificación y eliminación. De igual forma se debe disponer de esta información en base a reportes de log. Se deben incluir el diseño de reportes y alertas de indicadores de seguridad.

- **Administración.** - Se debe disponer de una opción en el sistema que permita la configuración relacionada con usuarios, roles, accesos, logs, puertos, conexiones, opciones, módulos, definiciones de auditoría y demás elementos que permitan realizar la administración de componentes de seguridad del sistema.
- **Fiabilidad.** – Se tienen que tener en cuenta fallos futuros para evitar pérdida de datos, continuidad en el servicio y alternativas de apoyo para poder tener menos impacto ante problemas generados por distintas actividades.
- **Tolerancia a fallos.** - El sistema a construir deberá mantener el nivel que se ha especificado en cuanto a rendimiento en casos de fallos del software.
- **Capacidad de recuperación.** - Se debe tener en cuenta como parte del diseño la capacidad con el fin de restablecer el nivel de rendimiento y la recuperación de datos afectados en caso de fallos.

- **Minimizar los Fallos.** - Para minimizar en gran medida la existencia de futuros fallos que generen un impacto en el sistema, se deberá identificar claramente la planificación y ejecución de distintas estrategias que permitan la prevención de fallos, metodologías de adecuadas de diseño, lenguajes de desarrollo óptimo, detección futura de fallos, inspección del diseño y componentes de software, revisiones y pruebas de calidad de software.
- **Flexibilidad.** - La configuración de los distintos parámetros de instalación y configuración no debe requerir modificaciones del código fuente de la aplicación. El software a diseñar debe ser totalmente independiente al tipo de red a utilizar, es decir, el sistema debe funcionar a través de múltiples esquemas de comunicación, tanto para equipos conectados remotamente, como para equipos conectados por una red Zigbee, LAN, WAN o Internet.
- **Disponibilidad.** – Se tiene que tener previsto distintos mecanismos o componentes que aseguren la continuidad del servicio. Por lo que al momento de realizar el diseño detallado se debe validar la arquitectura física de la solución en la que funcionará el nuevo sistema. Se espera tener una disponibilidad mínima del 99.5%.
- **Mantenibilidad.** – Esto hace referencia a la facilidad y mejora de futuros cambios para que el sistema o componente de software a desarrollar puedan ser modificados y así corregir fallos, mejorar su funcionamiento u adaptarse a futuros cambios en el entorno. Los factores a tener en cuenta para garantizar un adecuado proceso de mantenibilidad del sistema son:



- **Proceso de desarrollo.** - La proceso de tener un mantenimiento de software debe ser continuo en el tiempo, y debe ser para de todo el proceso de desarrollo del software una vez terminado la implementación. Es necesario que se identifique claramente qué tipo de metodologías de ingeniería del software y el seguimiento de estándares a seguir para incorporar modelos estructurados de diseño y código para mantener estándares en la organización. Se debe considerar la facilidad para la realización de las pruebas técnicas y de aceptación una vez realizado los cambios.
  
- **Documentación:** Se tener claro que la documentación es una parte importante en todo proceso de desarrollo, tanto documentación técnica (manuales técnicos y de instalación y algunos de desarrollo) y funcional (manuales de usuario y configuración) del sistema de información, establecer procedimientos claros de actualización y aprobación en caso que existan cambios. Muchas de las lecciones aprendidas y la especificación de puntos clave se digitan en los manuales, por lo que se inadecuado uso o documentación harán que se incrementen los costos de mantenimiento, debido al tiempo que se requiere para que un ingeniero de software entienda el nuevo requerimiento antes de poder ponerse a modificarlo.

El software desarrollado, por lo menos, debe tener:

- Manuales técnicos
- Manuales de usuarios
- Manuales de administración y configuración

- Manual de instalaciones e integración con otros aplicativos
- Manual final de la arquitectura del Sistema

- **Portabilidad**

El sistema debe ser diseñado para poder ser accedido desde distintos tipos de plataformas y dispositivos que soporten el estándar html5.

- **Restricciones.** - El desarrollo de este proyecto esta impuesta a fechas de inicio y culminación del proyecto en que se detallara el registro de hitos y entregables verificados en las fechas pactadas. Este apartado se describe en el cronograma del proyecto presentado y los plazos serán una restricción para poder culminar el proyecto en tiempo y alcance. Cubriendo cada uno de las actividades que se necesitaran completar y su correcto despliegue.

### 3.2.5. REQUISITOS DE INTEGRACIÓN:

#### *Interfaces con el Usuario:*

Las herramientas que se utilizarán para acceder y hacer uso del aplicativo, será un intermediario para la comunicación del usuario y el sistema, la cual deberá ser adaptativa según el tipo hardware a utilizar. Entre los dispositivos necesarios para su uso se tienen:



*Figura 31. Interfaces con el usuario por Tables, Smarhpones, Laptos*

**Fuente:** (Webfuel, 2015)

#### *Interfaces con el Hardware:*

El sistema Web a diseñar utilizará un equipo lector de código para asignación de dispositivos ZigBee y dispositivo de huella digital para personas que se registren en el área de admisión.



*Figura 32. Dispositivos necesarios que cubre la solución*

***Fuente:*** *Elaboración propia*

### ***Interfaces con el Software:***

Las interfaces con el software, son las diferentes aplicaciones que interactúan con el servicio web, para poder cumplir con las necesidades del usuario. En la *Figura 32*, se describen cada uno de los productos que deberán interactuar con el sistema.

*Tabla 10. Interfaces con el Software*

<b>Producto de Software</b>	<b>Descripción</b>	<b>Propósito de Uso</b>	<b>Versión</b>	<b>Fuente</b>
<b>Navegador Web</b>	Aplicativo desarrollado por distintas Corporaciones para poder hacer uso de aplicativos para el estándar HTML.	Esta herramienta permite interactuar con los servicios web, recolectar información de distintas fuentes y es un estándar de uso para aplicativos actuales.	Actualizadas a la fecha por temas de seguridad y confidencialidad	Chrome / Mozilla / etc
<b>Web Services</b>	Servicios Web que dará respuesta a todas las acciones que realizaremos desde el navegador para la consulta, modificación, actualización y eliminación de información.	El propósito de este servicio es tener activo el Sistema Web el tiempo necesario para que el personal pueda laborar sin inconvenientes. Un servicio web es una tecnología que hace uso de un conjunto de protocolos y/o estándares que sirven para intercambiar información entre aplicaciones	Servidor IIS Windows Server 2012	Microsoft
<b>SqlServer</b>	Software propietario que proporciona un servidor de base de datos SQL (Structured Query Language) multi-threaded, robusto y multi usuario.	Se utiliza como herramienta para la gestión de los datos dentro de una base de datos relacional	Sql Server 2012	Sql Server Mircrosoft

***Interfaces de comunicación:***

Se tendrá una comunicación entre dispositivos finales y el sistema web, ya que este aplicativo podrá funcionar en distintos navegadores haciendo uso de WiFi y redes cableada de datos.

### ***Requerimientos de Adaptación del Sitio:***

El sistema web deberá poder ejecutarse en distintos tipos de quipo adquiridos por la clínica, por lo tanto las maquinas externas donde se desee ejecutar deben adaptarse a las siguientes especificaciones (mínimas) de hardware y software:

### ***Requerimientos de Hardware:***

- Disco Duro: 100 GB.
- Memoria RAM (Principal): 2 GB.
- Procesador: Intel Core2 Dúo @2.40GHz o Superior.
- Resolución de pantalla Adaptable
- Sistema Operativo: Windows XP o superior.
- Navegadores: Google Chrome, Mozilla, Internet Explores, etc.

Para asegurar el buen funcionamiento del sistema, se necesita que los equipos donde se ejecutará la aplicación, cumplan con los requerimientos mínimos de memoria y disponibilidad de espacio en disco que se encuentran enumerados en la *Tabla 11*.

### ***Servidor de Aplicaciones:***

*Tabla 11. Capacidades y Limitaciones de Disco y Memoria*

<b>Programa</b>	<b>Disco Duro</b>	<b>Memoria Ram</b>
Internet Information System	600 MB	512 MB a más
Sql Server	40 GB	4 GB a más

### **3.2.6. REQUERIMIENTOS POST DESARROLLO**

#### ***Requerimientos de Entrenamiento:***

Una vez culminado con la implementación del sistema y las pruebas unitarias e integrales, se necesitará realizar el proceso de capacitación de las áreas correspondientes para que vean de qué manera cambiara el proceso asistencial en cada una de las áreas, este proceso de capacitación en primera instancia será de manera general a todos los empleados de las áreas donde se implementara el sistema. Este proceso será planificado de acuerdo a los horarios del personal para que todos los interesados estén enterados de la nueva implementación.

Una vez que se realice la capacitación y puesta en producción del nuevo sistema, se realizara procesos de retroalimentación de los procesos asistenciales y el uso del nuevo sistema para validar que el personal tenga asimilado la nueva forma de trabajo.

También se brindará al personal manuales de uso del nuevo sistema, para que sea un apoyo a la consulta ante dudas y necesidades que pueden nacer una vez implementado el sistema.

#### ***Requerimientos de Mantención:***

Ante eventos que pueden surgir una vez implementado el sistema se tendrá que enviar un correo correspondiente al jefe de proyectos, indicando la criticidad del problema y detallando el problema y los eventos generados, para que se pueda realizar la solución de manera remota o presencial en caso que se requiera. El personal del sistema, tendrá que entregar un material del sistema diseñado para que el departamento de sistemas de la clínica tome las medidas necesarias para resolver este problema cuantos antes aminorando el daño causado en caso que el sistema deje de operar.

### **3.2.7. DIAGRAMA DE CASOS DE USO Y SECUENCIAS**

La solución tiene un conjunto de casos de uso para cubrir los requerimientos del negocio y de los usuarios de la parte clínica y administrativa. Del listado en mención se tomará los más relevantes para poder describir los casos de uso a detalle y de qué manera estos están enfocados para cubrir a la solución propuesta.

#### **3.2.7.1. LISTA DE CASOS DE USO GENERADOS POR USUARIO:**

##### **ACTOR: USUARIO DE SISTEMA**

CU-01: INICIAR SESIÓN

CU-02: SALIR DE SESIÓN

CU-03: CAMBIAR CONTRASEÑA

CU-04: EDITAR PERFIL

##### **ACTOR: ADMINISTRADOR**

CU-05: CREAR USUARIO

CU-06: MODIFICAR USUARIO

CU-07: ELIMINAR USUARIO

CU-08: BUSCAR USUARIO

CU-09: LISTA DASHBOARD

CU-10: MODIFICAR CONFIGURACIÓN DE SISTEMA

CU-11: VER HISTORIAL DE PAGOS

CU-12: MOSTAR INFORMES CLINICOS

CU-13: CREAR VALOR

CU-14: MODIFICAR VALOR

CU-15: ELIMINAR VALOR

CU-16: BUSCAR VALOR

CU-17: CONSULTA DE REPORTES



**ACTOR: ADMISION**

- CU-18: REGISTRAR ADMISION
- CU-19: REGISTRAR HISTORIA CLINICA
- CU-20: CONSULTAR DISPONIBILIDAD DE MEDICOS
- CU-21: CANCELAR ADMISION DE PACIENTE
- CU-22: FIJAR HORARIO DE DISPONILIDAD DE MEDICO
- CU-23: BUSCAR PACIENTE
- CU-24: ASIGNAR CAMA
- CU-25: AÑADIR CITA
- CU-26: MODIFICAR CITA
- CU-27: LISTAR CITAS

**ACTOR: USUARIO CLINICO**

- CU-28: CREAR NOTA
- CU-29: MODIFICAR NOTA
- CU-30: ELIMINAR NOTA
- CU-31: AGREGAR FORMATO DE ATENCION
- CU-32: ELIMINAR FORMATO DE ATENCION
- CU-33: MODIFICAR FORMATO DE ATENCION
- CU-34: VER ACTOS CLINICOS

**ACTOR: MEDICO**

- CU-35: REGISTRAR ATENCION MÉDICA
- CU-36: FIJAR HORARIO DE DISPONIBILIDAD DE MEDICO
- CU-37: EMITIR RECETA MÉDICA
- CU-38: CONSULTAR EXAMENES MEDICOS
- CU-39: BUSCAR PACIENTES
- CU-40: ASIGNAR CAMA
- CU-41: CREAR NOTA
- CU-42: MODIFICAR NOTA
- CU-43: ELIMINAR NOTA
- CU-44: AGREGAR FORMATO DE ATENCION

CU-45: ELIMINAR FORMATO DE ATENCION  
CU-46: MODIFICAR FORMATO DE ATENCION  
CU-47: VER ACTOS CLINICOS  
CU-48: ASIGNAR CAMA  
CU-49: AÑADIR CITA  
CU-50: MODIFICAR CITA  
CU-51: LISTAR CITAS

**ACTOR: ENFERMERA**

CU-52: REGISTRAR EXAMENES MEDICOS  
CU-53: LISTAR PACIENTES EN LA CLINICA  
CU-54: REGISTRAR INGRESO DE PACIENTE  
CU-55: REGISTRAR ALTA DE PACIENTE  
CU-56: CONSULTAR HISTORIA CLINICA DE PACIENTE  
CU-57: ASIGNAR CAMA  
CU-58: BUSCAR PACIENTES  
CU-59: REGISTRAR CONSUMOS DE PACIENTES  
CU-60: CREAR NOTA  
CU-61: MODIFICAR NOTA  
CU-62: ELIMINAR NOTA  
CU-63: AGREGAR FORMATO DE ATENCION  
CU-64: ELIMINAR FORMATO DE ATENCION  
CU-65: MODIFICAR FORMATO DE ATENCION  
CU-66: ASIGNAR CAMA  
CU-67: AÑADIR CITA  
CU-68: MODIFICAR CITA  
CU-69: LISTAR CITAS  
CU-70: REGISTRAR ORDEN DE PAGO  
CU-71: BUSCAR PACIENTES

**ACTOR: LABORATORIO CLINICO**

CU-72: REGISTRAR RESULTADOS DE EXAMENES DE LABORATORIO  
CU-73: AGREGAR FORMATO DE ATENCION

CU-74: ELIMINAR FORMATO DE ATENCION  
CU-75: MODIFICAR FORMATO DE ATENCION  
CU-76: REGISTRAR DONANTE DE SANGRE  
CU-77: MODIFICAR DONANTE DE SANGRE  
CU-78: ELIMINAR DONANTE DE SANGRE  
CU-79: REGISTRAR ORDEN DE PAGO

**ACTOR: RADIOLOGIA**

CU-80: BUSCAR PACIENTES  
CU-81: REGISTRAR RESULTADOS DE EXAMENES RADIOLOGICOS  
CU-82: AGREGAR FORMATO DE ATENCION  
CU-83: ELIMINAR FORMATO DE ATENCION  
CU-84: MODIFICAR FORMATO DE ATENCION  
CU-85: REGISTRAR ORDEN DE PAGO

**ACTOR: FARMACIA**

CU-86: REGISTRAR CONSUMO DE PACIENTE  
CU-87: REGISTRO DE VENTA DE MEDICAMENTOS POR PACIENTE  
CU-88: LISTAR MEDICAMENTOS  
CU-89: REGISTRAR ORDEN DE PAGO

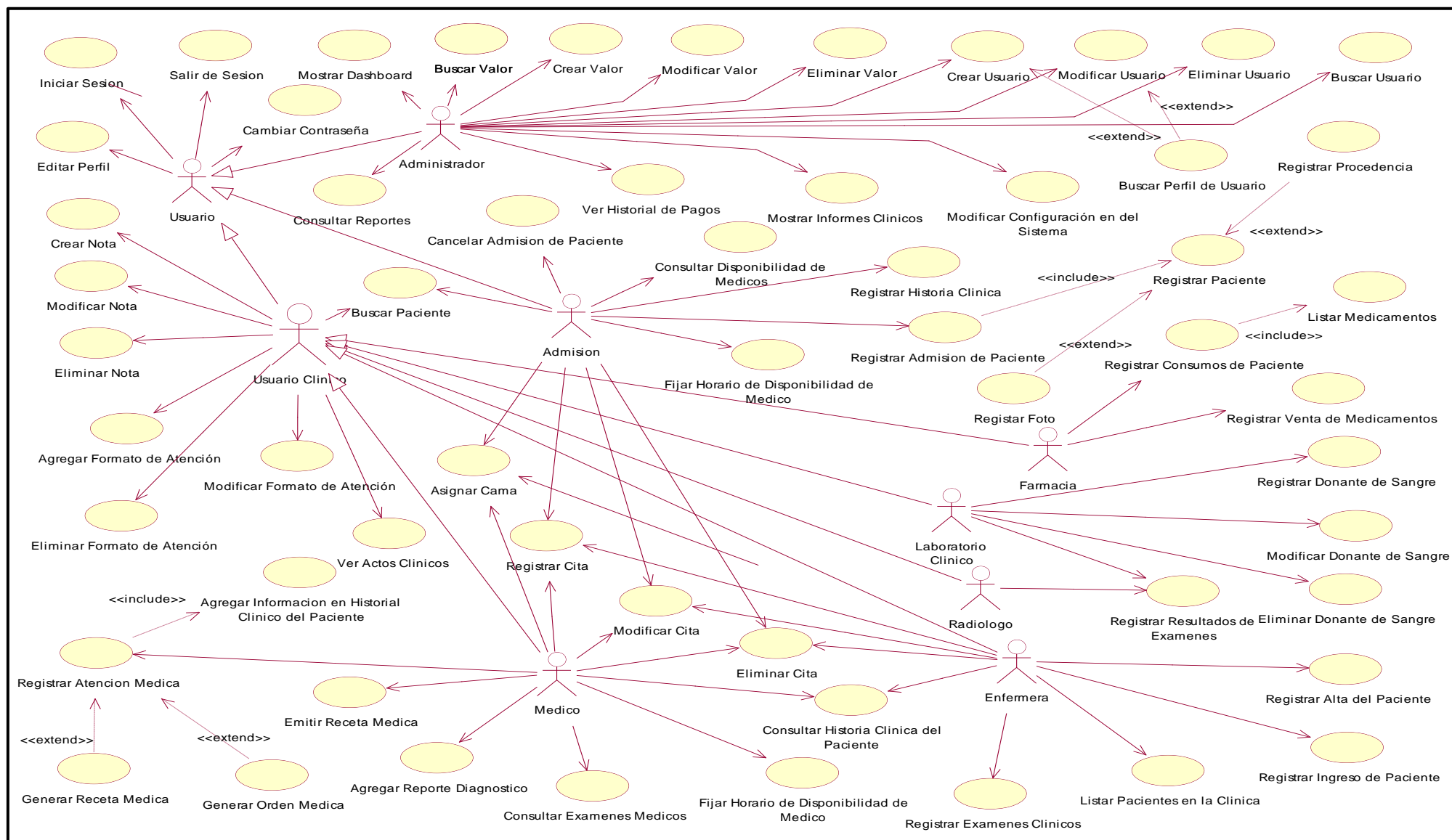


Figura 33. Dispositivos necesarios que cubre la solución

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Iniciar Sesión en Sistema (CU-01)

CU-01	INICIAR SESION EN SISTEMA	
Descripción	Iniciar la sesión del usuario en sistema.	
Actores	Personal Administrativo: Administrador y Admisión	
	Personal clínico: Medicos, Enfermeras, Farmacia, Lab. Clinico y Radiologia	
Precondiciones	-	
Secuencia de pasos	Secuencia	Descripción
	P1	El actor introduce los datos de acceso.
	P2	El sistema comprueba esos datos y da acceso al perfil del usuario que ingreso al sistema
Secuencia alternativa	El sistema comprueba los datos introducidos. En el caso de que no sean correctos el sistema ingresa a la pantalla de inicio de cada usuario. Caso contrario te muestra un mensaje de error y validación.	
Poscondición	Se accede a la aplicación con el grado de visibilidad según su permisos y perfil del usuario de sistema.	

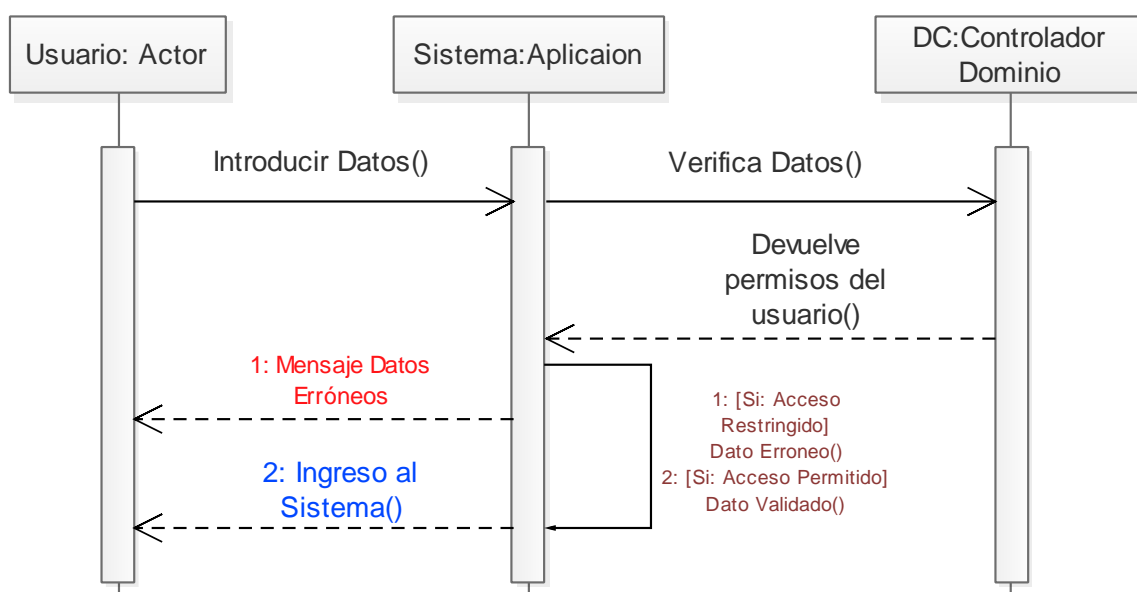


Figura 34. Diagrama de Secuencias CU-01

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 13. Lista Dashboard (CU-09)

CU-09	MOSTRAR DASHBOARD	
Descripción	Permite ver información general en formato resumen del sistema	
Actores	Personal Administrativo: Administrador	
Precondiciones	El actor debe haber iniciado previamente sesión en el sistema.	
Secuencia de pasos	Secuencia	Descripción
	P1	El actor tiene que ingresar al sistema.
	P2	El sistema muestra el resumen del sistema en la prima pantalla de bienvenida al sistema.
Secuencia alternativa	Si el usuario no es administrador, no puede ver el resumen de la vista del sistema.	
Poscondición	El sistema muestra en formato resumen, lo que se tiene en la clinica en linea.	

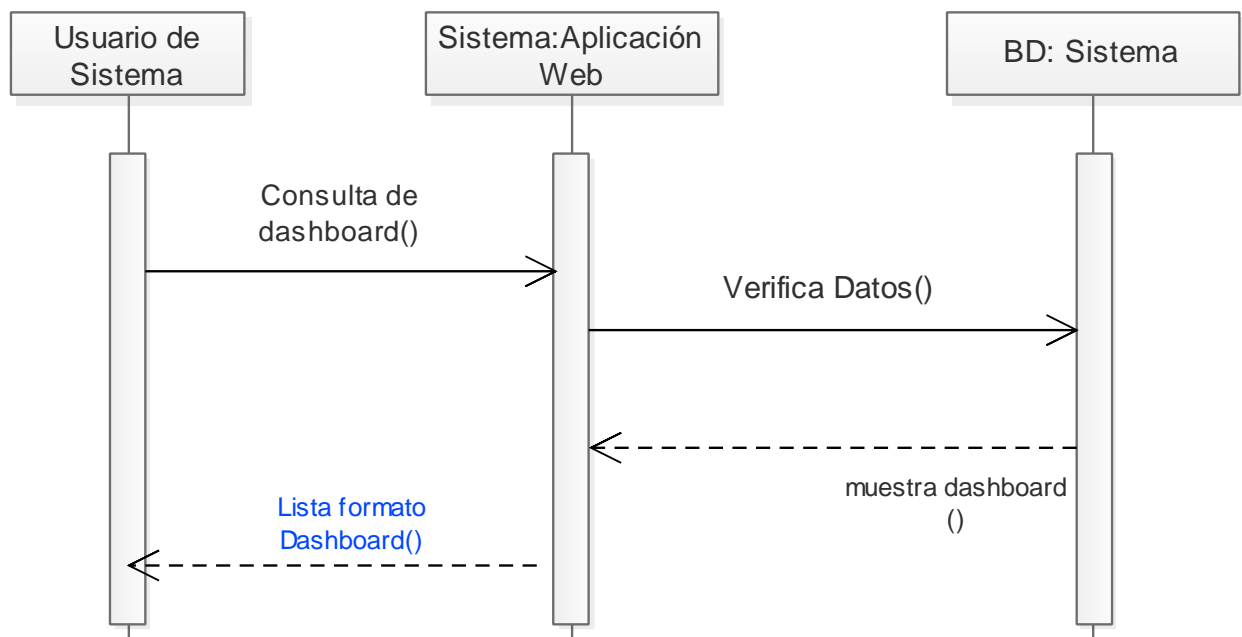


Figura 35. Diagrama de Secuencias CU-09

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 14. Mostar Informes Clinicos (CU-12)

CU-12	MOSTRAR INFORMES CLINICOS	
Descripción	Permite mostrar informes clinicos de un paciente.	
Actores	Personal Administrativo: Administrador	
Precondiciones	El actor debe haber iniciado previamente sesión en el sistema.	
Secuencia de pasos	Secuencia	Descripción
	P1	El actor hacer en la lista de pacientes.
	P2	El sistema lista los pacientes registrados en el sistema.
	P3	El actor al ingresar a la opcion ver informe clinico de uno de los pacientes seleccionados mostrar el informe clinico respectivo.
Secuencia alternativa	Si el sistema no encuentra un informe clinico del paciente seleccionado mostrará un mensaje que el paciente no tiene historial clinico.	
Poscondición	El sistema muestra el informe clinico.	

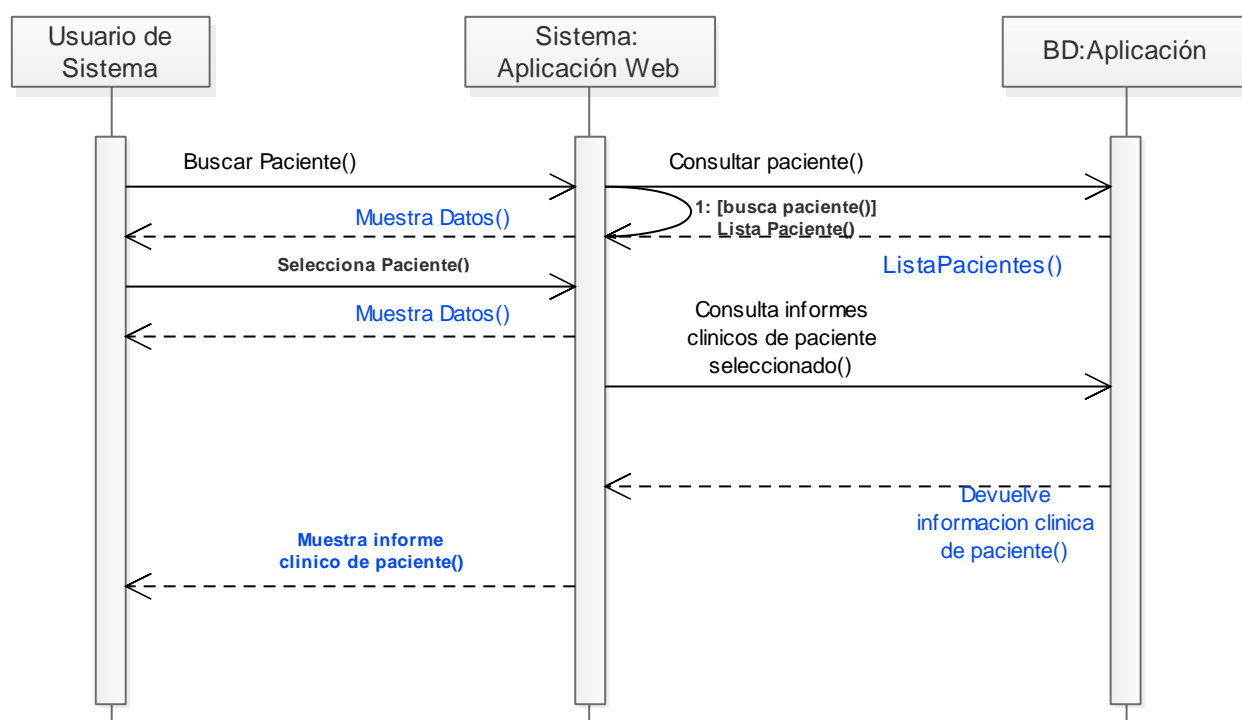


Figura 36. Diagrama de Secuencias CU-12

**Fuente:** Elaboración propia

Tabla 15. Consultar Disponibilidad De Medicos (CU-20)

CU-20	CONSULTAR DISPONIBILIDAD DE MEDICO	
Descripción	Permite consultar la disponibilidad de un nuevo medico.	
Actores	Personal Administrativo: Admisión	
Precondiciones	El actor debe haber iniciado previamente sesión en el sistema.	
	El actor debe haber elegido la opción de citas	
Secuencia de pasos	Secuencia	Descripción
	P1	El actor debe seleccionar consulta de citas por medico.
	P2	El actor selecciona a un médico y busca disponibilidad.
	P3	El sistema genera información de la disponibilidad del medico.
Secuencia alternativa	El sistema en caso que no encuentra programación de un medico, entonces muestra que este medico no tiene registrado ninguna programación.	
Poscondición	El sistema muestra la disponibilidad para las fechas seleccionadas.	

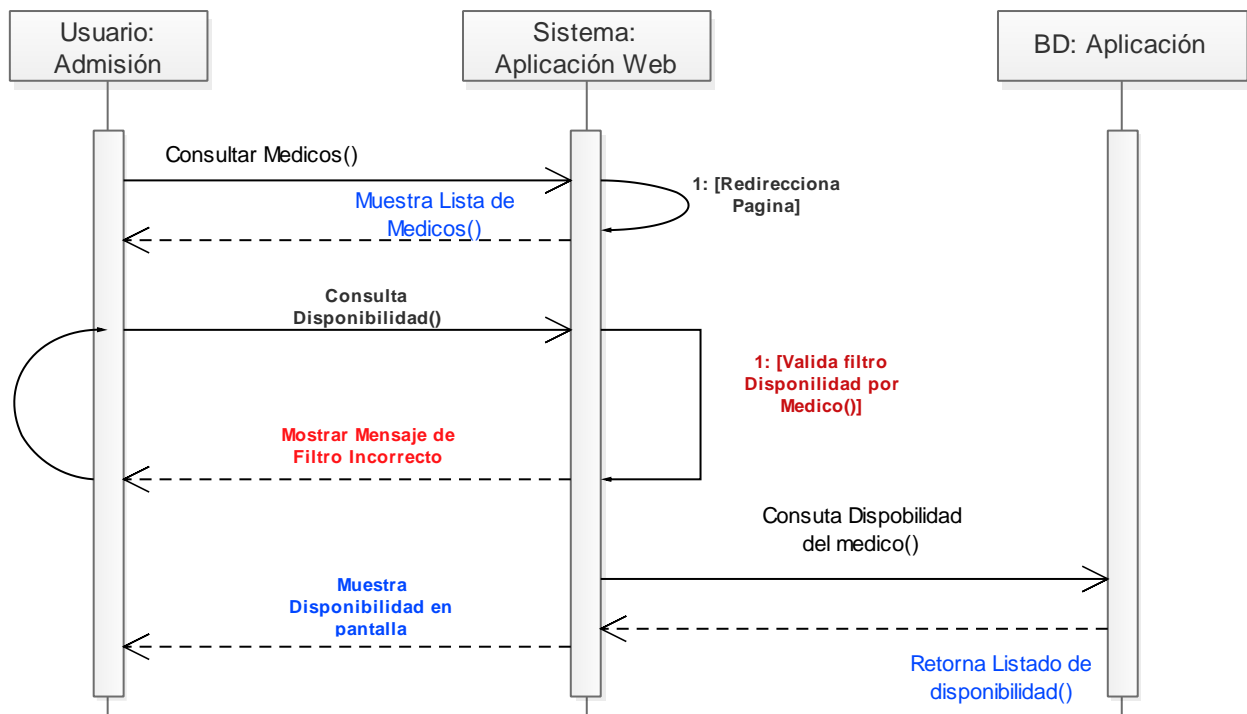


Figura 37. Diagrama de Secuencias CU-20

Fuente: Elaboración propia



Tabla 16. Registrar Atención Médica (CU-35)

CU-35	REGISTRAR ATENCION MEDICA	
Descripción	Permite registrar un procedimiento medico a un paciente.	
Actores	Personal Clinico: Medico	
Precondiciones	El actor debe haber iniciado previamente sesión en el sistema.	
	El actor debe seleccionar una paciente	
	El actor selecciona la opcion de registro de atencion medica	
Secuencia de pasos	Secuencia	Descripción
	P1	El actor una vez que tenga la ventana de registro medico, puede realizar un registro médico.
	P2	El sistema valida la información de diagnostico registrado, y el codigo CIE10 confirmado. Una vez que se valido todos los datos se modifica la historia clinica de paciente
	P2	El sistema realiza el registro de atención medica.
Secuencia alternativa	En caso que el sistema verifique la falta de información en el registro médico, el sistema mostrará mensaje que no hay un ingreso correcto de los datos de la historia clinica.	
Poscondición	El sistema mostrará en pantalla el registro de atención medica. El actor puede emitir una receta médica si se hace necesario este procedimiento.	

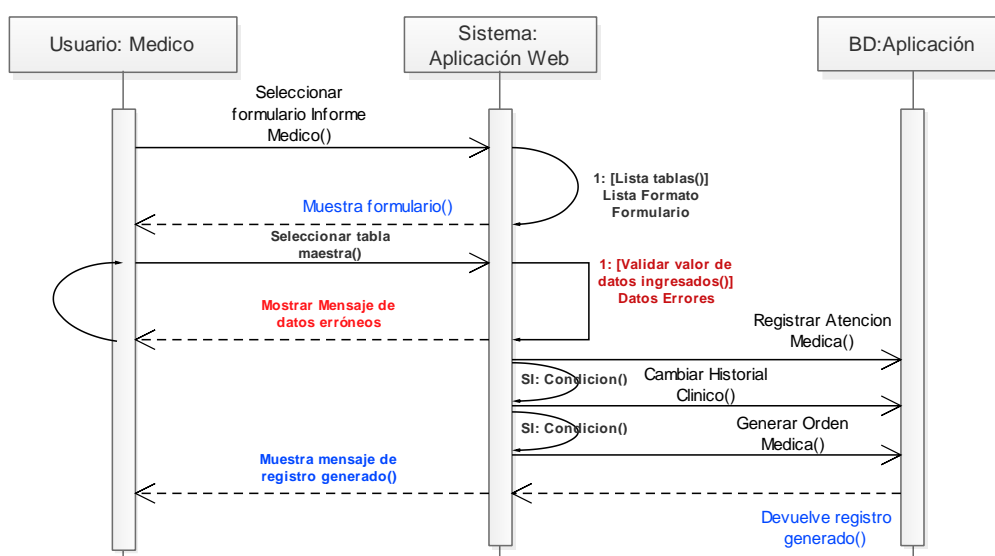


Figura 38. Diagrama de Secuencias CU-35

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Registrar Formato de Atención (CU-44)

CU-44	AGREGAR FORMATO DE ATENCION	
Descripción	Permite crear un formato de atención en la historia clínica	
Actores	Personal Clínico: Farmacia, Lab. Clínico, Médico, Enfermera y Radióloga	
Precondiciones	El actor debe haber iniciado previamente sesión en el sistema.	
	El actor debe seleccionar una paciente	
	El actor debe seleccionar historial clínica de paciente	
	El actor debe seleccionar adicionar formato de atención	
Secuencia de pasos	Secuencia	Descripción
	P1	El actor una vez que tenga la ventana de adicionar formato de atención, debe seleccionar el tipo de formato.
	P2	El actor ingresa los datos necesarios para registrar el formato de atención del paciente
	P2	El sistema valida la información adicionada en el formato de atención.
	P3	El sistema adiciona el formato de atención del paciente en la historia clínica.
Secuencia alternativa	En caso que el sistema verifique la falta de información en el formato de atención, el sistema mostrará mensaje de alerta.	
Poscondición	El sistema adicionará y mostrara en pantalla que el formato de atención fue adicionada.	

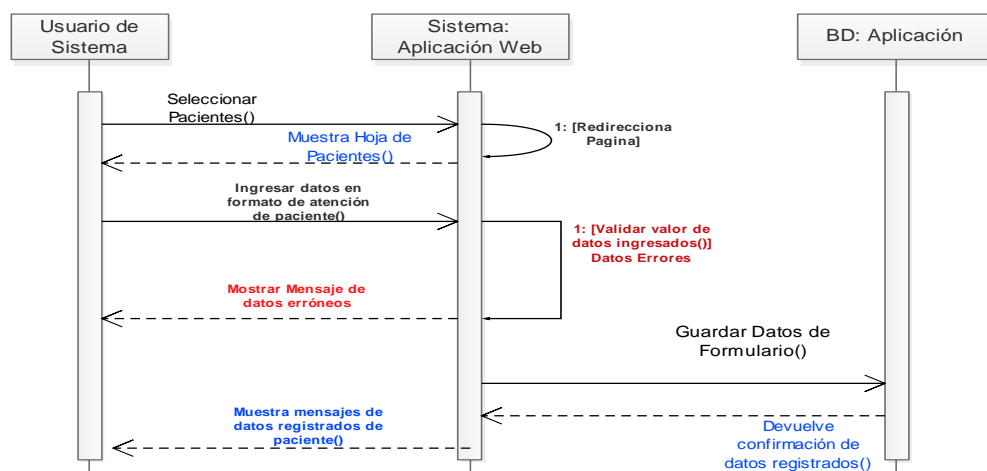


Figura 39. Diagrama de Secuencias CU-44

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Consultar Historia Clinica de Paciente (CU-56)

CU-56	CONSULTAR HISTORIA CLINICA DE PACIENTE	
Descripción	Permite mostrar la historia clinica de un paciente.	
Actores	Personal Clinico: Medico y Enfermera	
Precondiciones	El actor debe haber iniciado previamente sesión en el sistema.	
	El actor debe seleccionar una paciente.	
	El actor debe seleccionar ver historial clinico completo.	
Secuencia de pasos	Secuencia	Descripción
	P1	El actor una vez que tenga la ventana de historial clinico, podrá visualizar todos los procedimientos realizados a un paciente.
	P2	El sistema muestra una ventana el historial clinico del paciente.
Secuencia alternativa	En caso que el sistema verifique que el paciente no tiene ningun ingreso, el sistema alertará que el paciente no tiene historial clinico.	
Poscondición	El sistema mostrará en pantalla el historial clinico del paciente.	

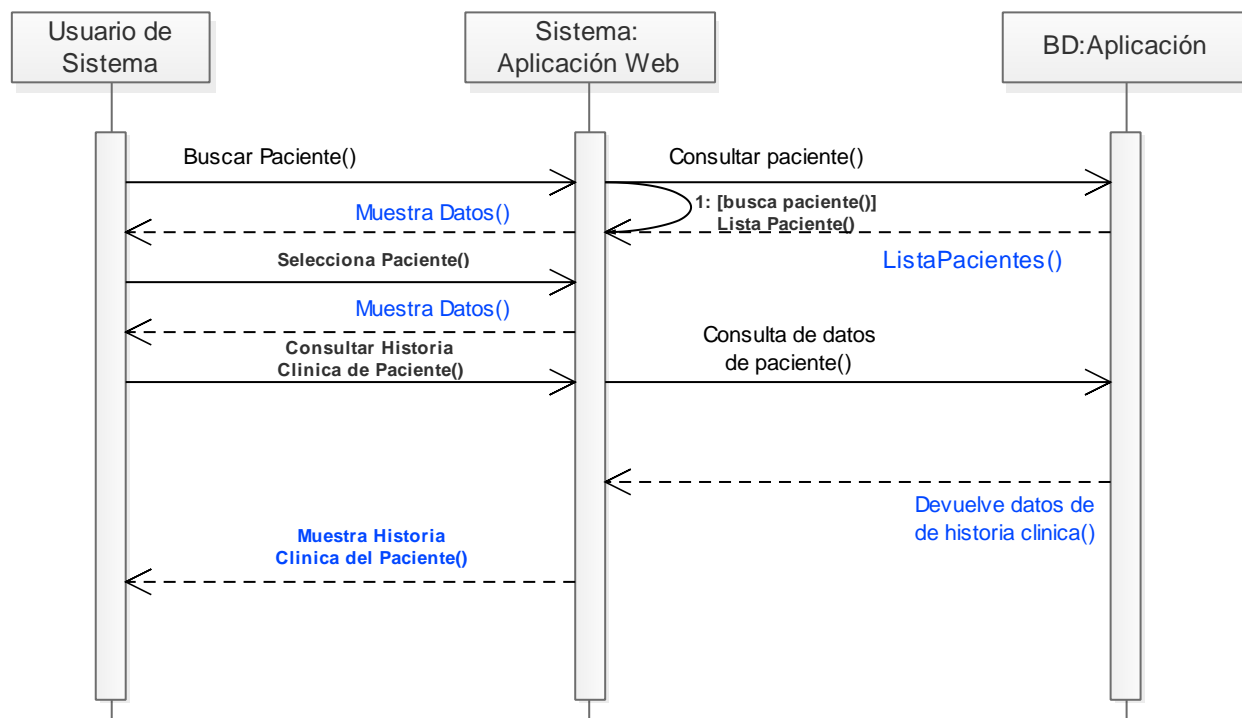


Figura 40. Diagrama de Secuencias CU-56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Registrar Alta de Paciente (CU-55)

CU-55	REGISTRAR ALTA DE PACIENTE	
Descripción	Permite registrar y confirmar el alta de paciente	
Actores	Personal Administrativo: Medico y Enfermera	
Precondiciones	El actor debe haber iniciado previamente sesión en el sistema.	
	El actor debe consultar el paciente en el sistema	
Secuencia de pasos	Secuencia	Descripción
	P1	El actor hacer click en pacientes
	P2	El actor selecciona al paciente.
	P3	El actor registra una alta cuando tiene la autorizacion correspondiente.
	P4	El sistema procesa el registro de alta de paciente.
Secuencia alternativa	El sistema valida que el paciente sea quien dice ser y se procede con el registro, caso contrario no se realiza el procedimiento.	
Poscondición	El sistema registra el alta del paciente.	

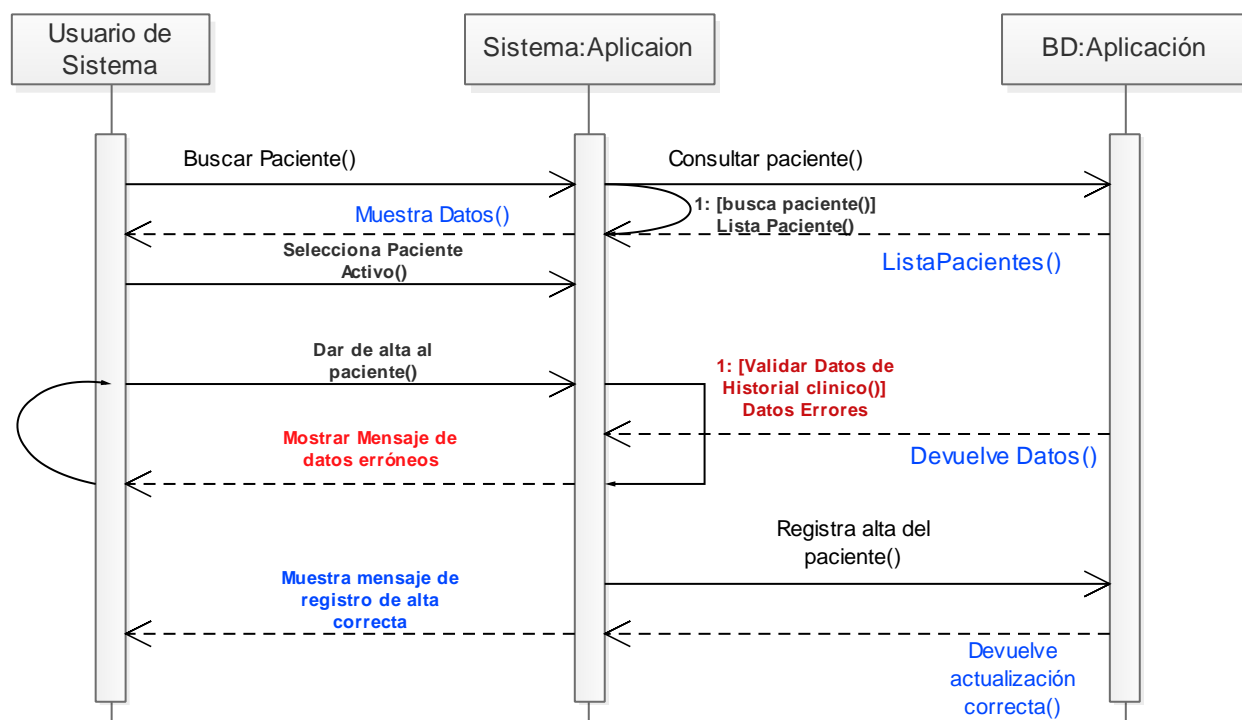


Figura 41. Diagrama de Secuencias CU-55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Registrar Resultados de Exámenes Radiológicos (CU-81)

CU-81	REGISTRAR RESULTADO DE EXAMENES RADIOLOGIA	
Descripción	Permite registrar el formato de atención de exámenes médicos de radiología de un paciente.	
Actores	Personal Clínico: Radiología y Lab. Clínico	
Precondiciones	El actor debe haber iniciado previamente sesión en el sistema.	
	El actor debe seleccionar una paciente	
	El actor selecciona la opción registro de exámenes	
Secuencia de pasos	Secuencia	Descripción
	P1	El actor una vez que tenga la ventana de registro de exámenes, del área de Laboratorio o Radiología se ingresa los datos necesarios para realizar el registro del formato de atención de resultados de exámenes médicos.
	P2	El sistema valida la información de datos ingresados para el registro de resultados de exámenes médicos.
	P2	El sistema realiza el registro de los resultados médicos para el paciente.
Secuencia alternativa	En caso que el sistema verifique la falta de información en el registro de resultado de exámenes médicos, el sistema mostrará mensaje que hay un ingreso incorrecto de los datos para este registro.	
Poscondición	El sistema mostrará en pantalla el formato de atención registrado.	

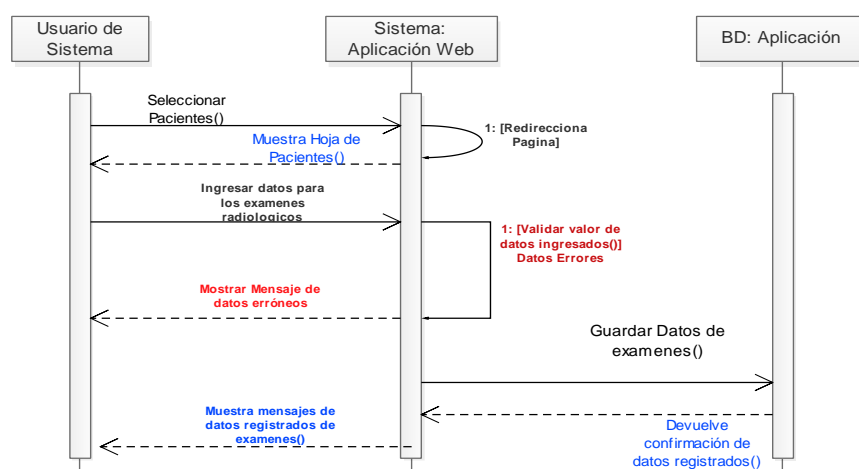


Figura 42. Diagrama de Secuencias CU-81

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Registrar Orden de Pago (CU-85)

CU-85	REGISTRAR ORDEN DE PAGO	
Descripción	Permite registrar las órdenes de pago generadas en los procedimientos clinicos a un paciente.	
Actores	Personal Administrativo: Administrador y Admisión	
	Personal clínico: Medicos, Enfermeras, Farmacia, Lab. Clinico y Radiologia	
Precondiciones	El actor debe haber iniciado previamente sesión en el sistema.	
	El actor debe consultar registro de orden de pago	
	El actor debe buscar un paciente	
Secuencia de pasos	<b>Secuencia</b>	<b>Descripción</b>
	<b>P1</b>	El actor hacer click en pacientes
	<b>P2</b>	El actor selecciona al paciente.
	<b>P3</b>	El actor registra la orden de pago.
	<b>P4</b>	El sistema genera la orden de pago para el paciente.
Secuencia alternativa	El sistema valida la información para generar el orden de pago, en caso que el paciente no tenga ningun procedimiento clinico no se registra este proceso.	
Poscondición	El sistema registra la orden de pago del paciente.	

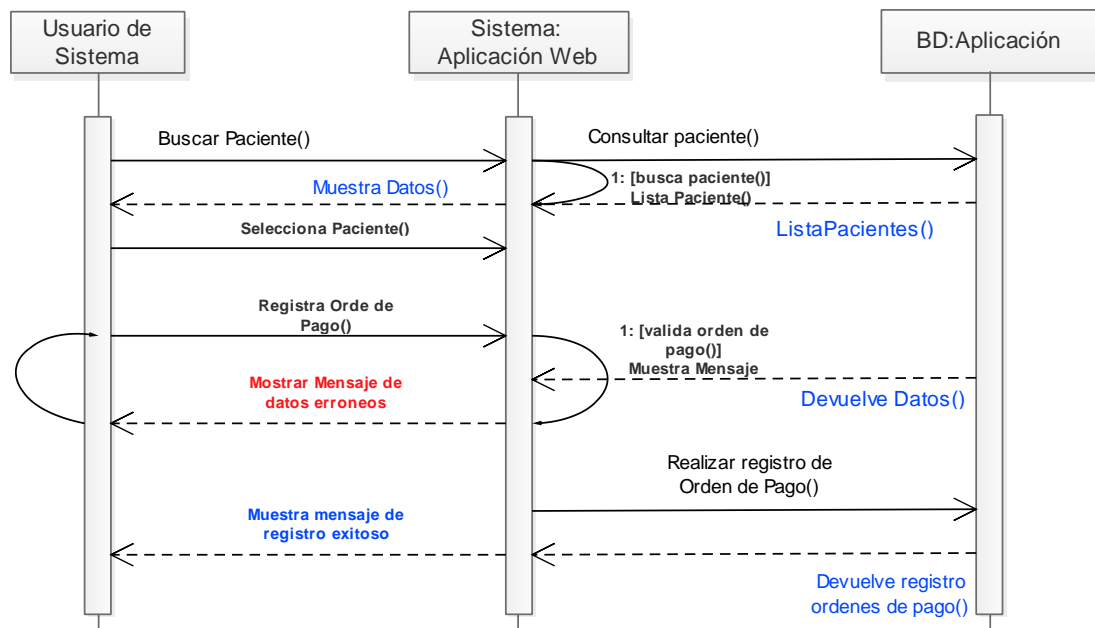
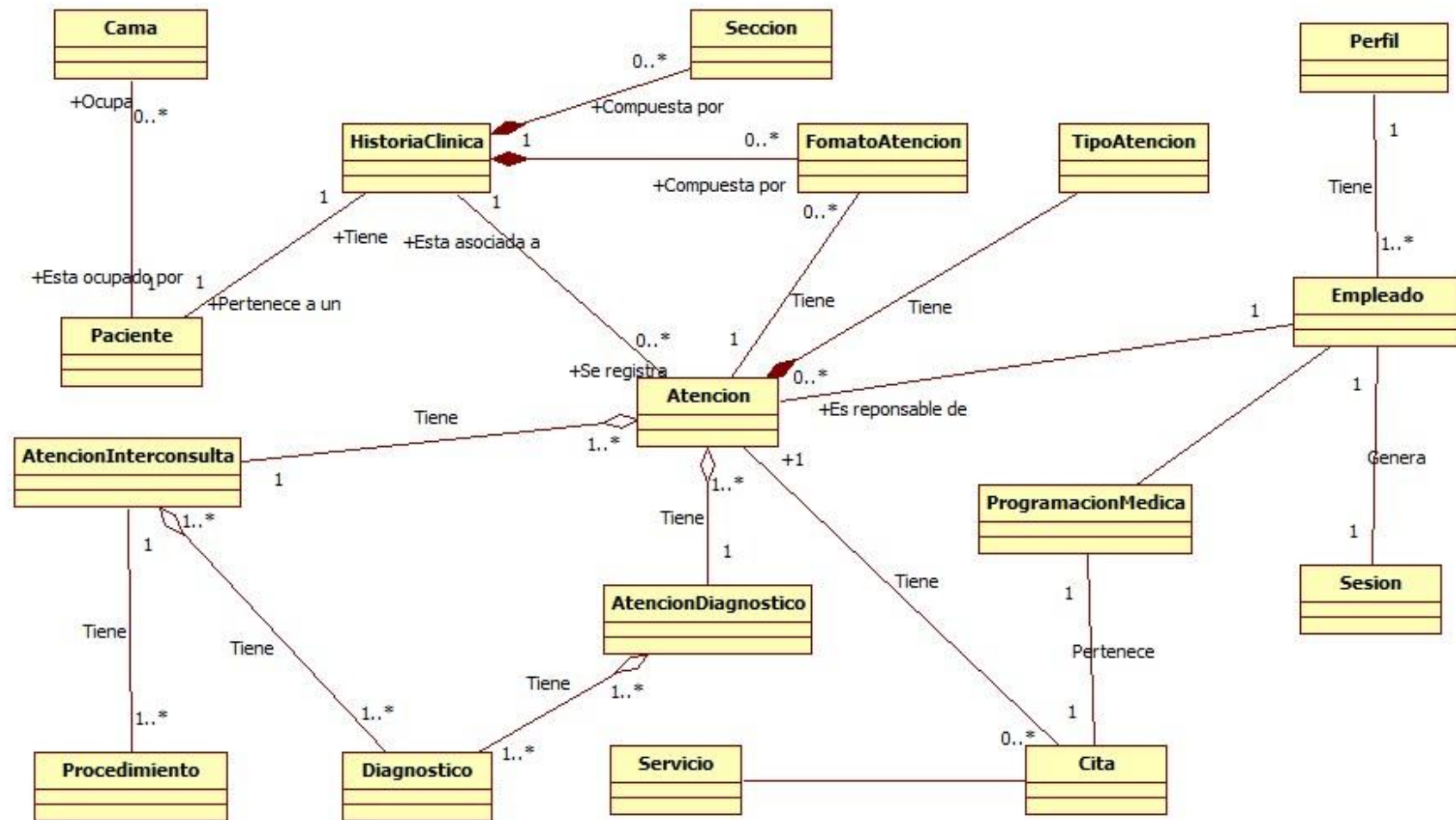


Figura 43. Diagrama de Secuencias CU-85

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.7.2. Diagramas de Clases General



*Figura 44. Diagrama de Clases General*

**Fuente:** Elaboración propia



### 3.2.7.3. Diagramas de Clases de Historia Clínica

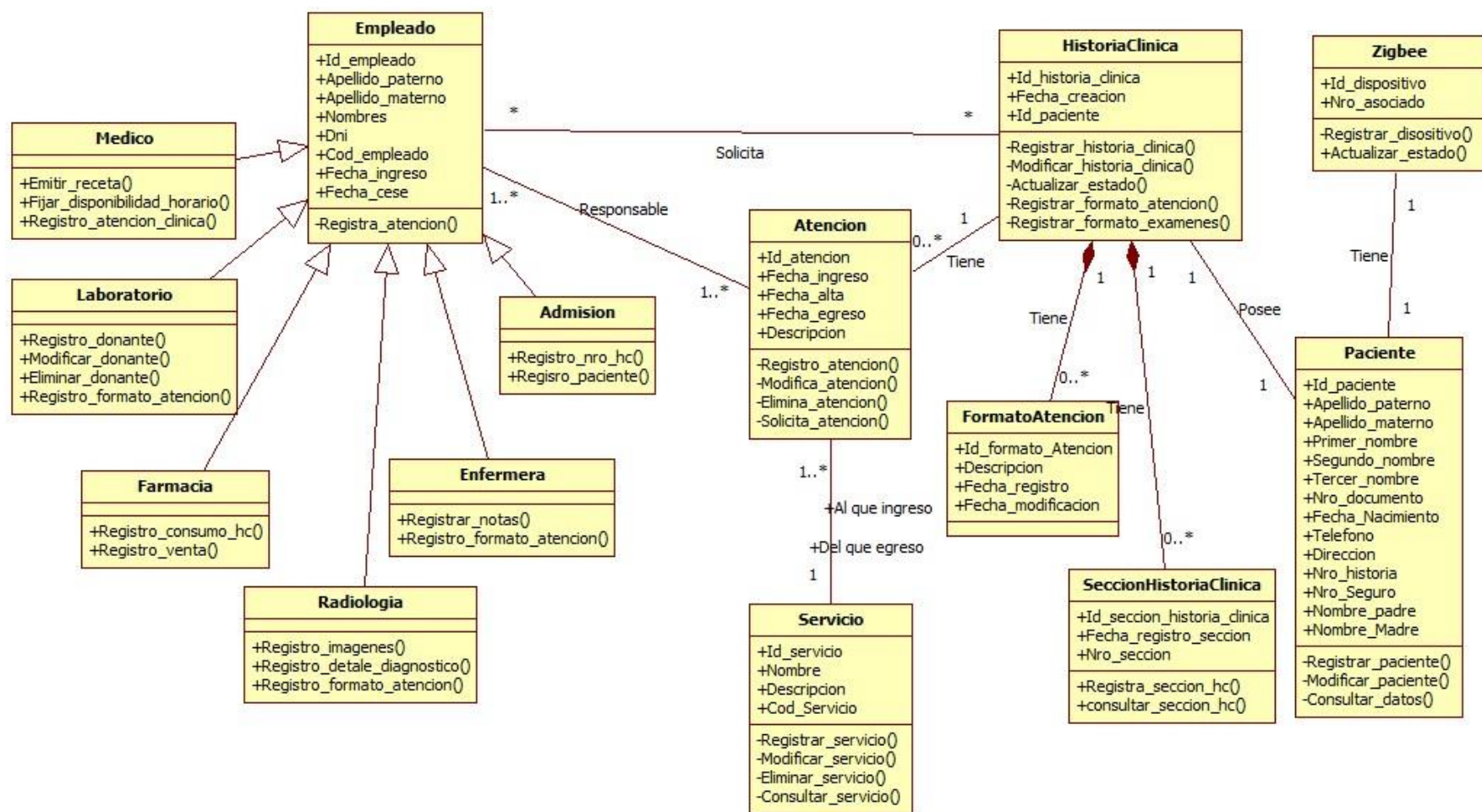


Figura 45. Diagrama de Clases de Historia Clínica

Fuente: Elaboración propia



### 3.2.7.4. Diagramas de Clases de Admisión

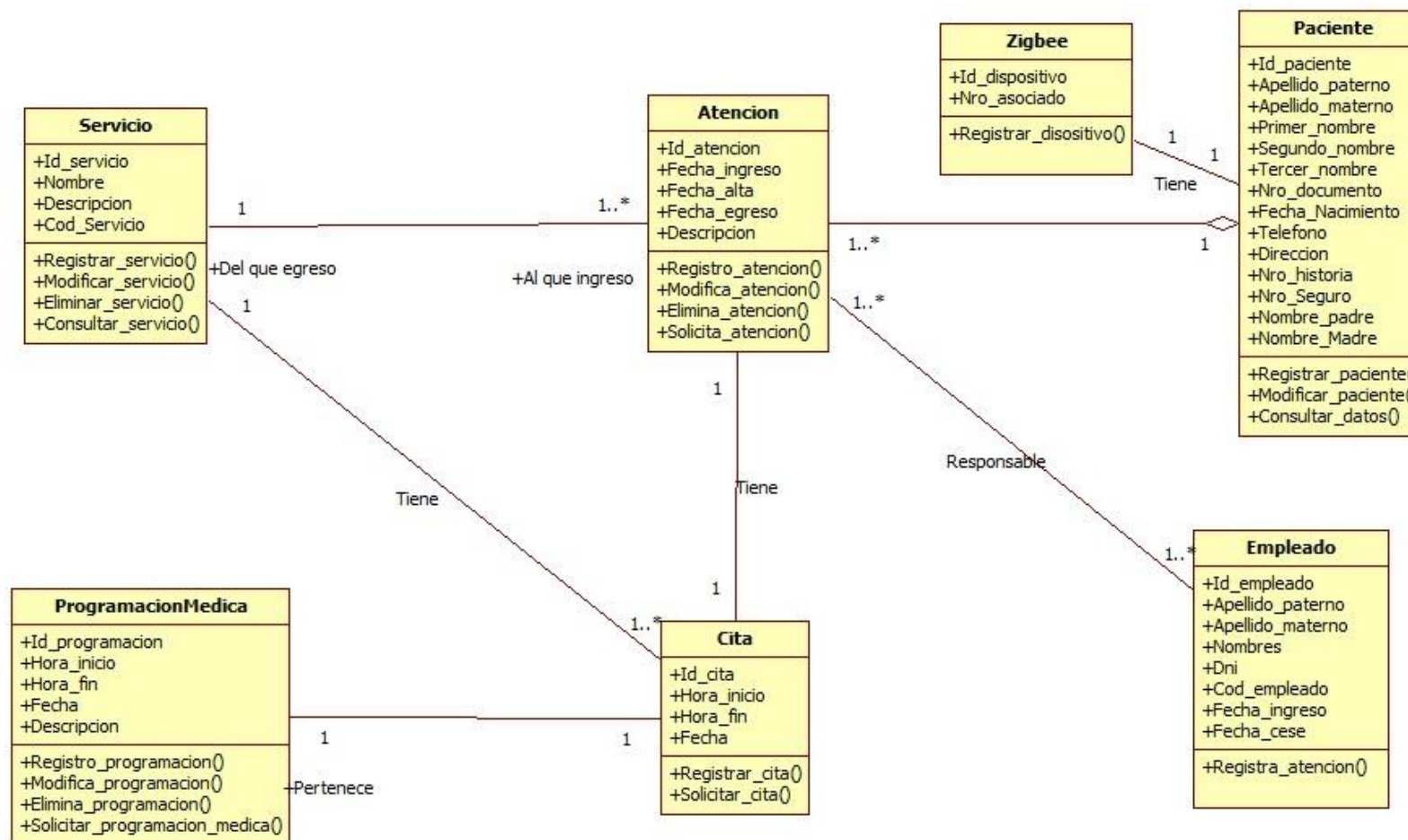


Figura 46. Diagrama de Clases de Admisión

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.8. DISEÑO

#### 3.2.8.1. Diagrama de Componentes

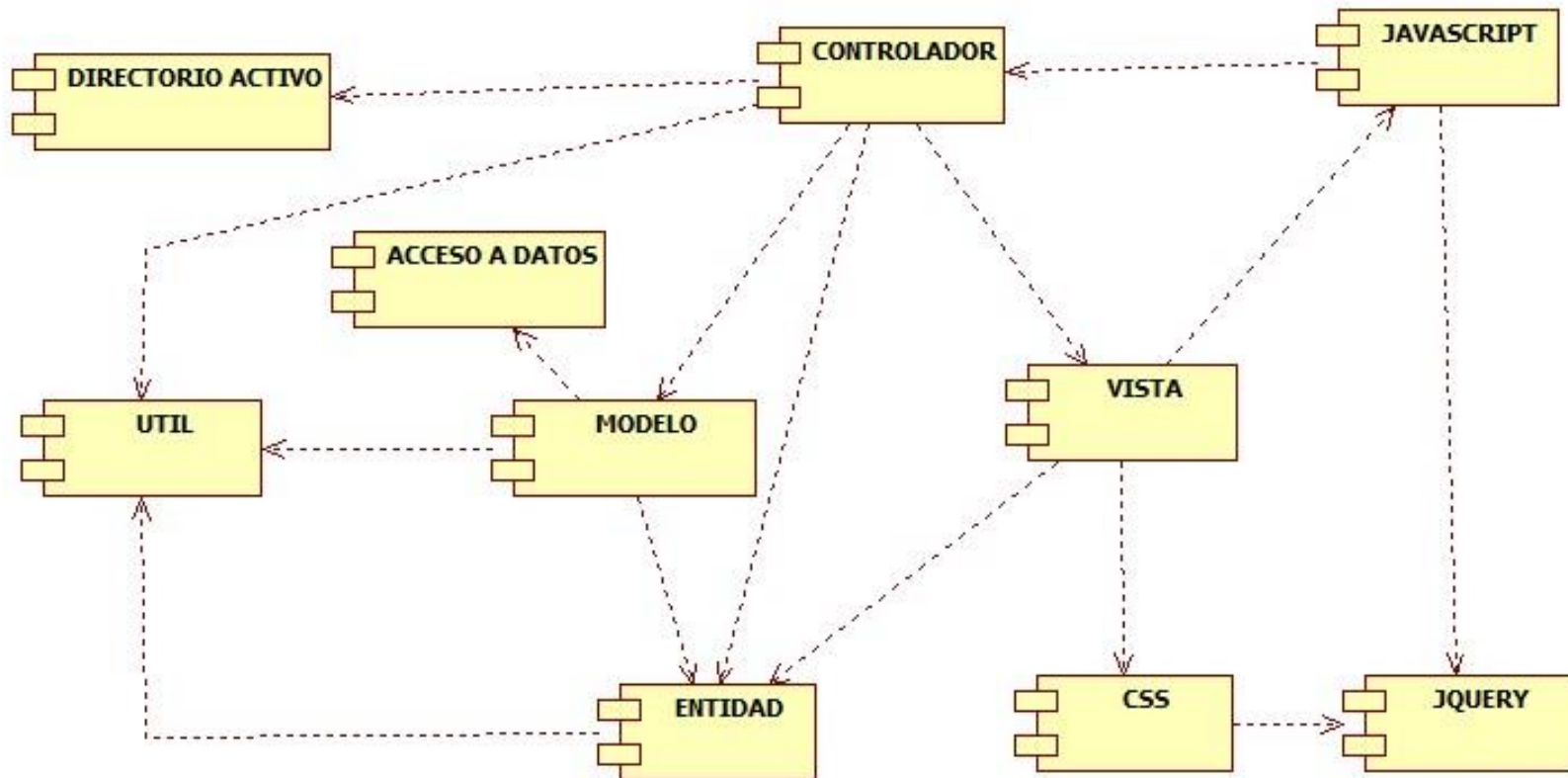


Figura 47. Diagrama de Componentes

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2.8.2. Diagrama de Red Actual

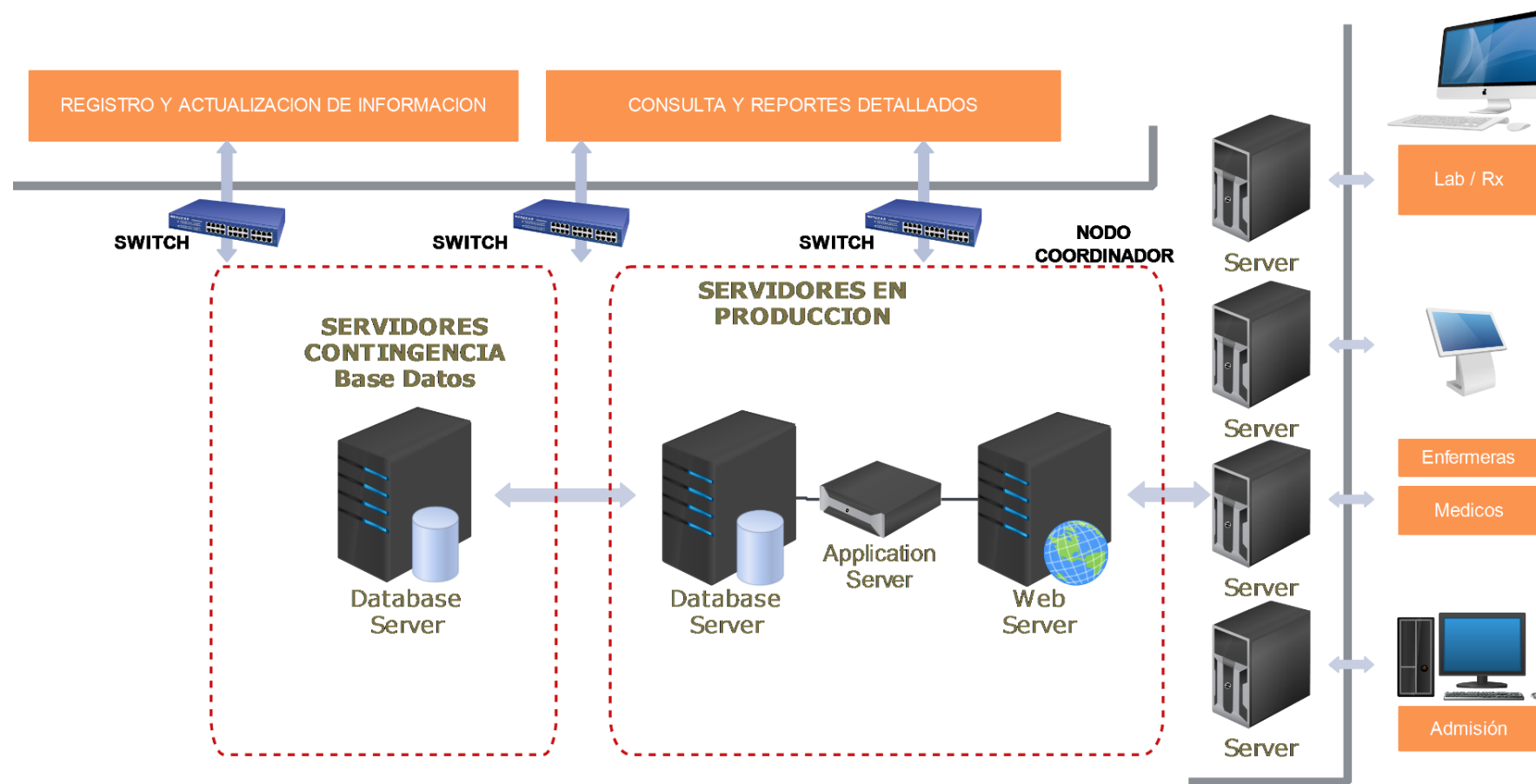


Figura 48. Arquitectura de red actual

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.8.3. Diagrama de Red Propuesto

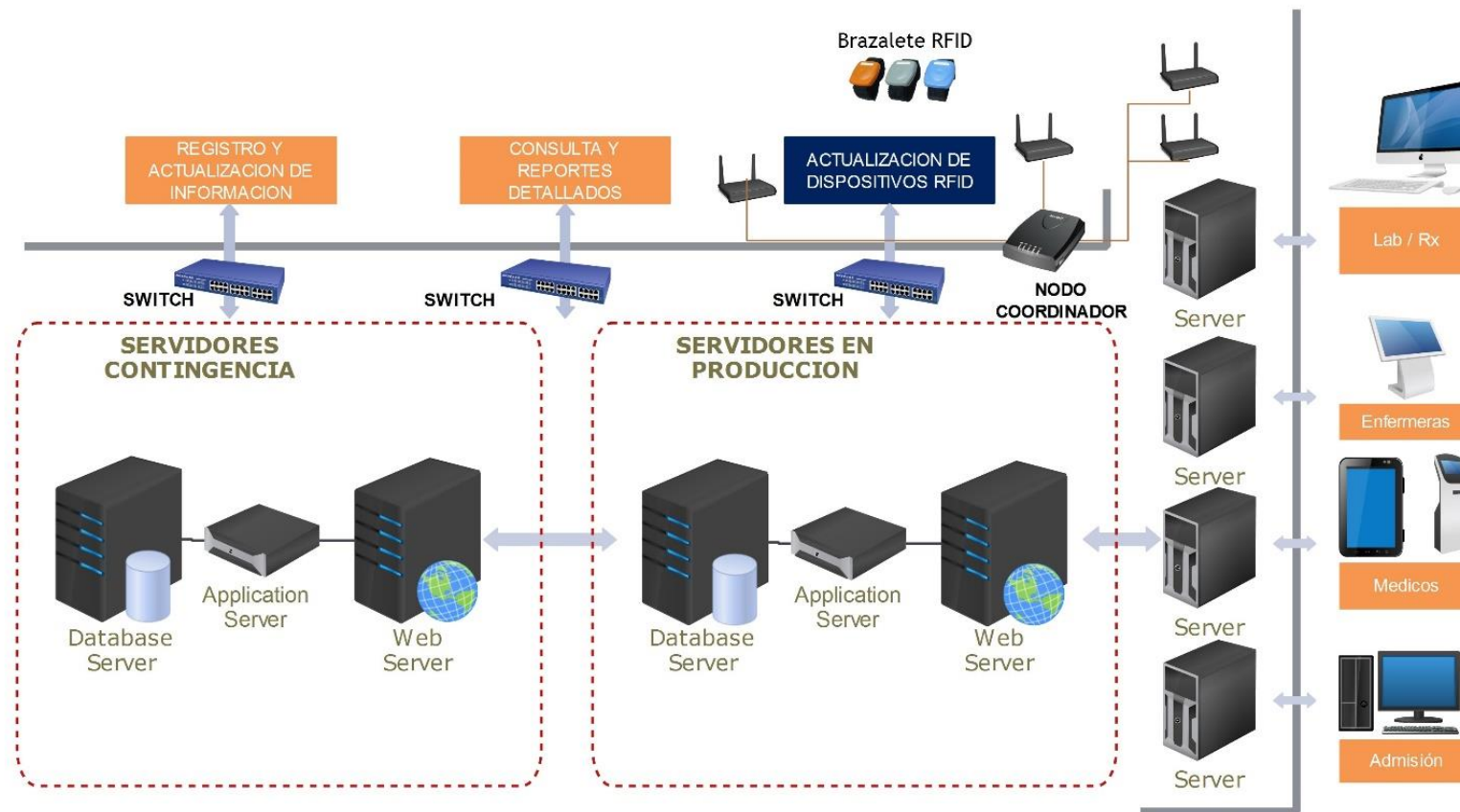


Figura 49. Arquitectura de la red propuesta

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.8.4. Diagrama de la Base de Datos

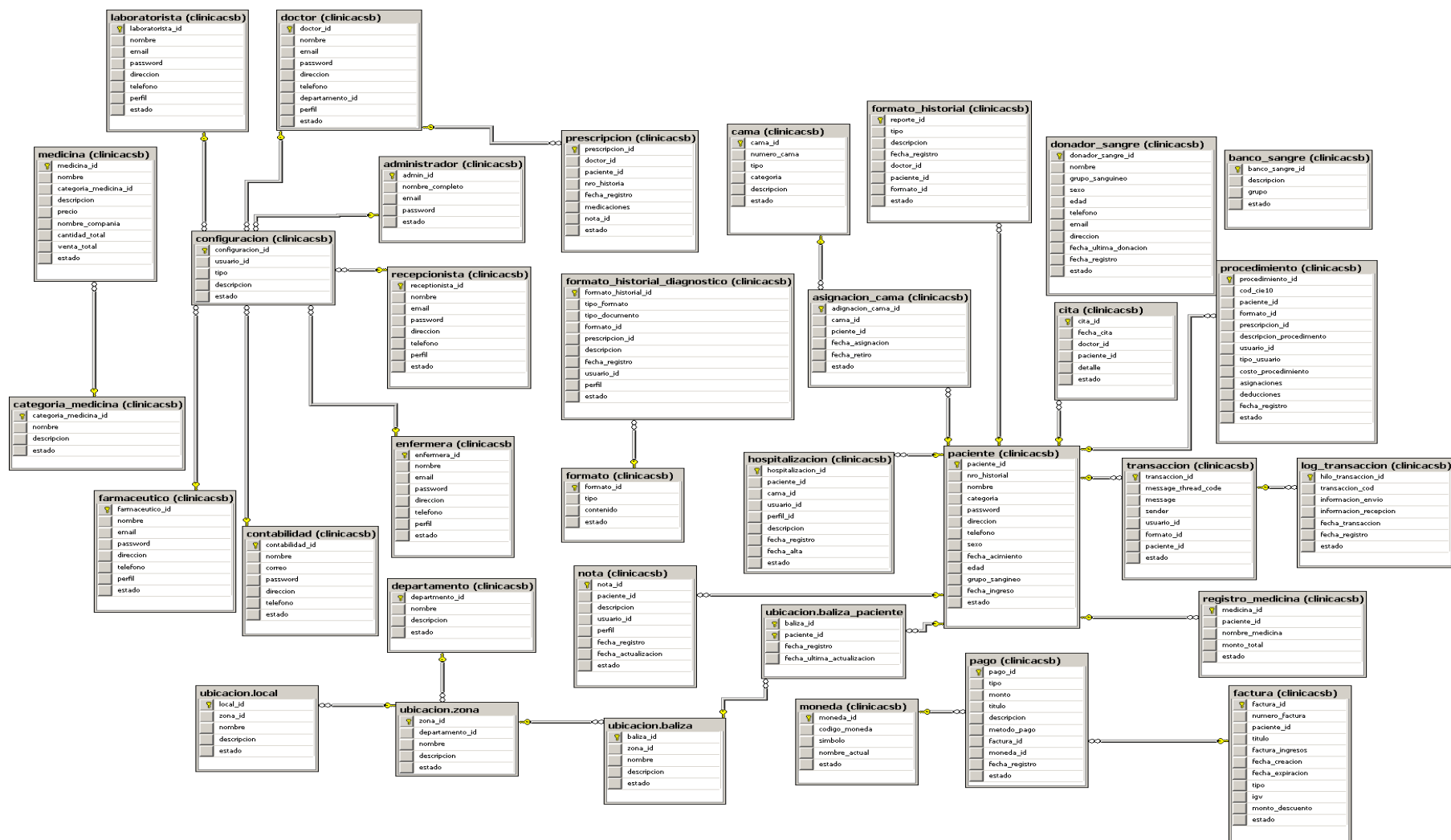


Figura 50. Diagrama de Base de Datos de la Solución

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. DESARROLLO

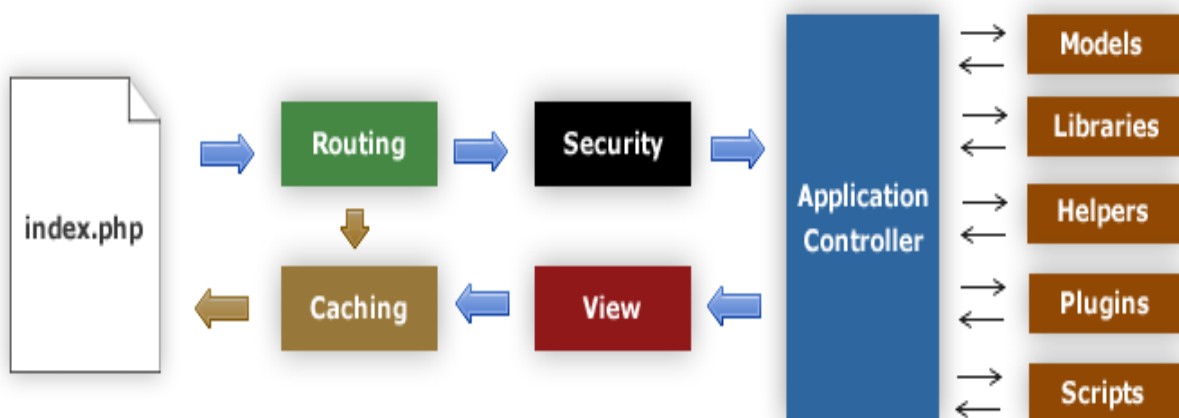
#### 3.3.1. PROTOTIPO

##### 3.3.1.1. Estructura de la plataforma del prototipo.

###### CodeIgniter:

CodeIgniter es un potente framework de PHP con un tamaño muy reducido cuyo uso es extendido para la realización de plataformas que requieren un rápido desarrollo, diseñado para desarrolladores que hacen uso de un conjunto de herramientas simples y elegantes para que puedan crear aplicaciones web completas y rapidas. CodeIgniter es un marco de desarrollo de aplicaciones que se puede usar para desarrollar sitios web utilizando PHP. Es un marco de código abierto. Tiene un conjunto muy rico de funcionalidades, lo que aumentará la velocidad del trabajo de desarrollo del sitio web.

Con la finalidad de tener un entorno que permita el desarrollo del aplicativo Zigbee se ha planteado realizar un prototipo que permita ver de mejor manera las funcionalidades y aclarar el alcance del proyecto a plantear. Se planteó esta plataforma ser la base para desarrollar estos tipos de soluciones.



*Figura 51. Plataforma Framework de CodeIgniter*

**Fuente:** (Technology, 2018)

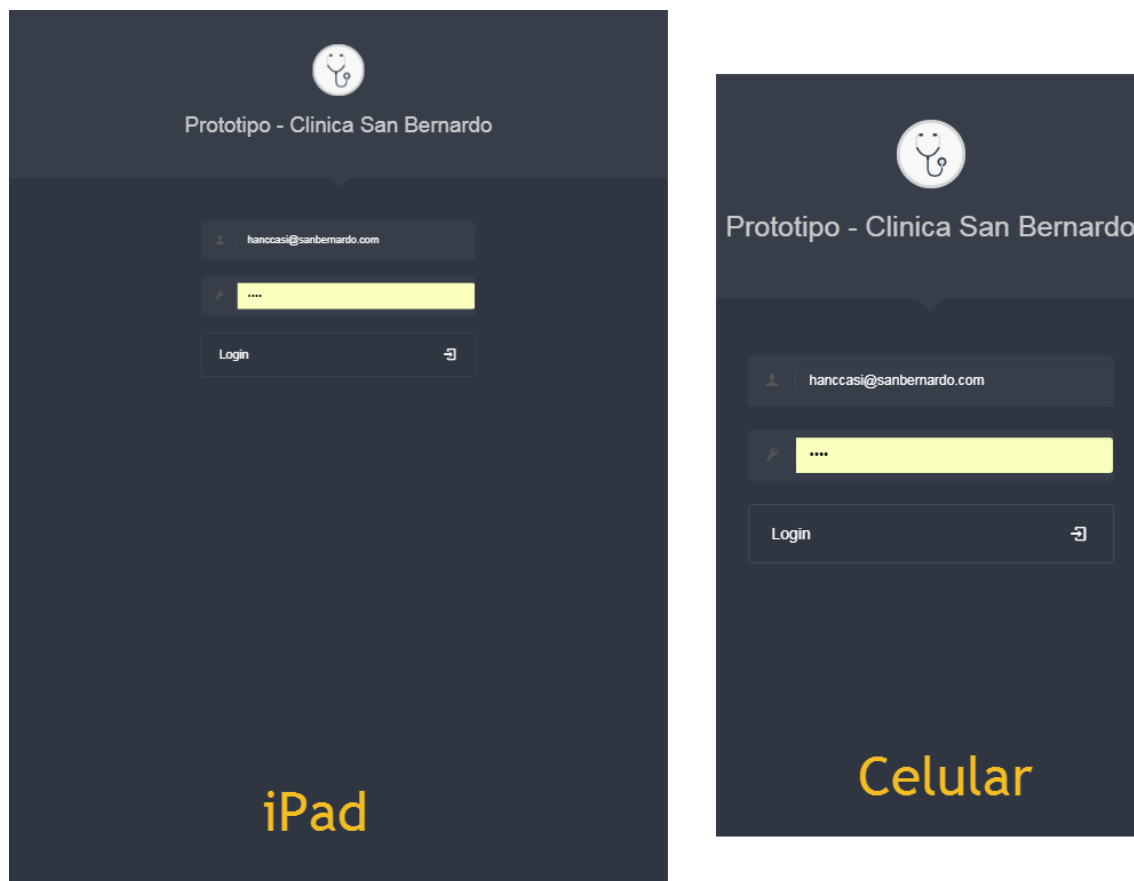
1. Index.php es utilizado para controlador las distintas pantallas del aplicativo, también permita la inicialización de los recursos necesarios para usar CodeIgniter.
2. El enrutador (routing) examina las solicitudes de tipo HTTP y determinar qué se debe hacer con dicha solicitud.
3. Para los archivos de caché, se envía directamente a los navegadores, evitando la ejecución normal de la plataforma tecnológica.
4. Para la carga del aplicativo se hace uso del controlador enviando una solicitud HTTP y hace que los datos enviados por el usuario se filtren para mayor seguridad.
5. El controlador realiza la carga el modelo, las bibliotecas centrales, los helpers y los distintos recursos que se necesitan para procesar la solicitud específica.
6. Las vistas procesan parte de la información y luego se envía al navegador web para que se puedan visualizar.

### **3.3.1.2. Interfaces de Usuario de Sistema**

#### ***PANTALLA DE ACCESO AL SISTEMA:***

Para que todo el sistema cumpla con los distintos requerimientos y políticas necesarias para que opere el sistema, se tiene que tener los accesos y visualización pertinente a los usuarios que corresponden. Esta visibilidad permitirá saber que usuarios tienen acceso a determinados módulos del sistema y permita tener el alcance del proyecto para cada uno de los módulos a diseñar en el proyecto.

En las siguientes imágenes se podrá visualizar las opciones de manera general que tendrán los usuarios para el uso del sistema.



*Figura 52. Pantalla de ingreso a la aplicación desde un dispositivo móvil*

**Fuente:** Elaboración propia

### ***MENÚ PRINCIPAL DE LA APLICACIÓN:***

#### **Por parte del administrador:**

##### **Pantalla principal**

La siguiente imagen muestra la pantalla de inicio para el usuario administrador o usuarios con privilegios que puedan ver la pantalla resumen, y saber el estado general de la parte clínica, este dashboard será usada por personal de la alta dirección y el administrador del sistema.

De acuerdo a los requerimientos de alto nivel tomados a las personas interesadas, se concluyó que estos serían los datos relevantes a mostrar en esta pantalla, esto será susceptible de modificación cuando se haga el sistema propiamente dicho para cubrir las expectativas del personal clínico y la alta dirección de la empresa.



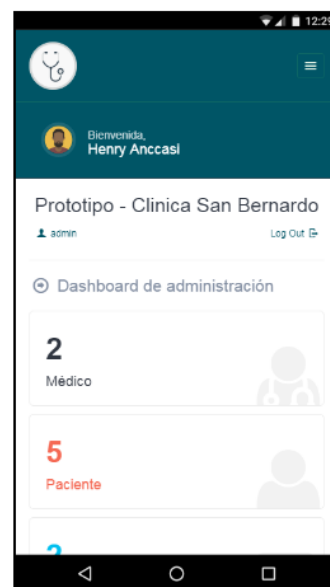
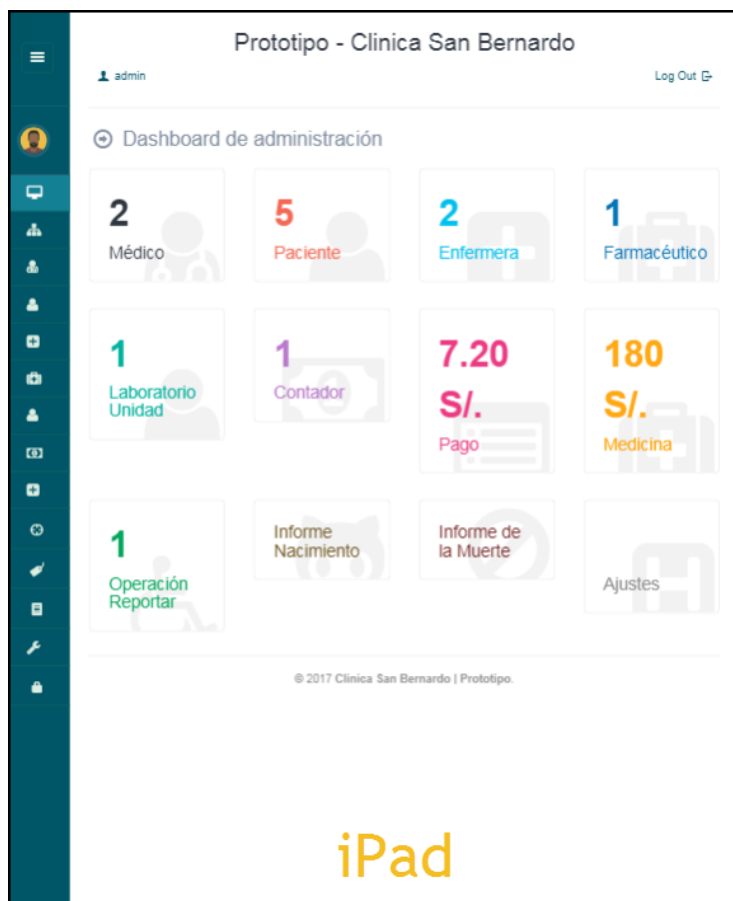


Figura 53. Pantalla de inicio de sesión administrador

**Fuente:** Elaboración propia

### Menús Adicionales:

En el conjunto de opciones que tiene el usuario administrador tiene la creación de tablas maestras para: Departamentos, Médicos, Pacientes, Enfermeras, Farmacéuticos, Laboratorio clínico y recepción. Así como reportes generales de la clínica y ajustes de configuración propia del sistema. Estos conjuntos de opciones son adaptables para que sean usados en distintos dispositivos.

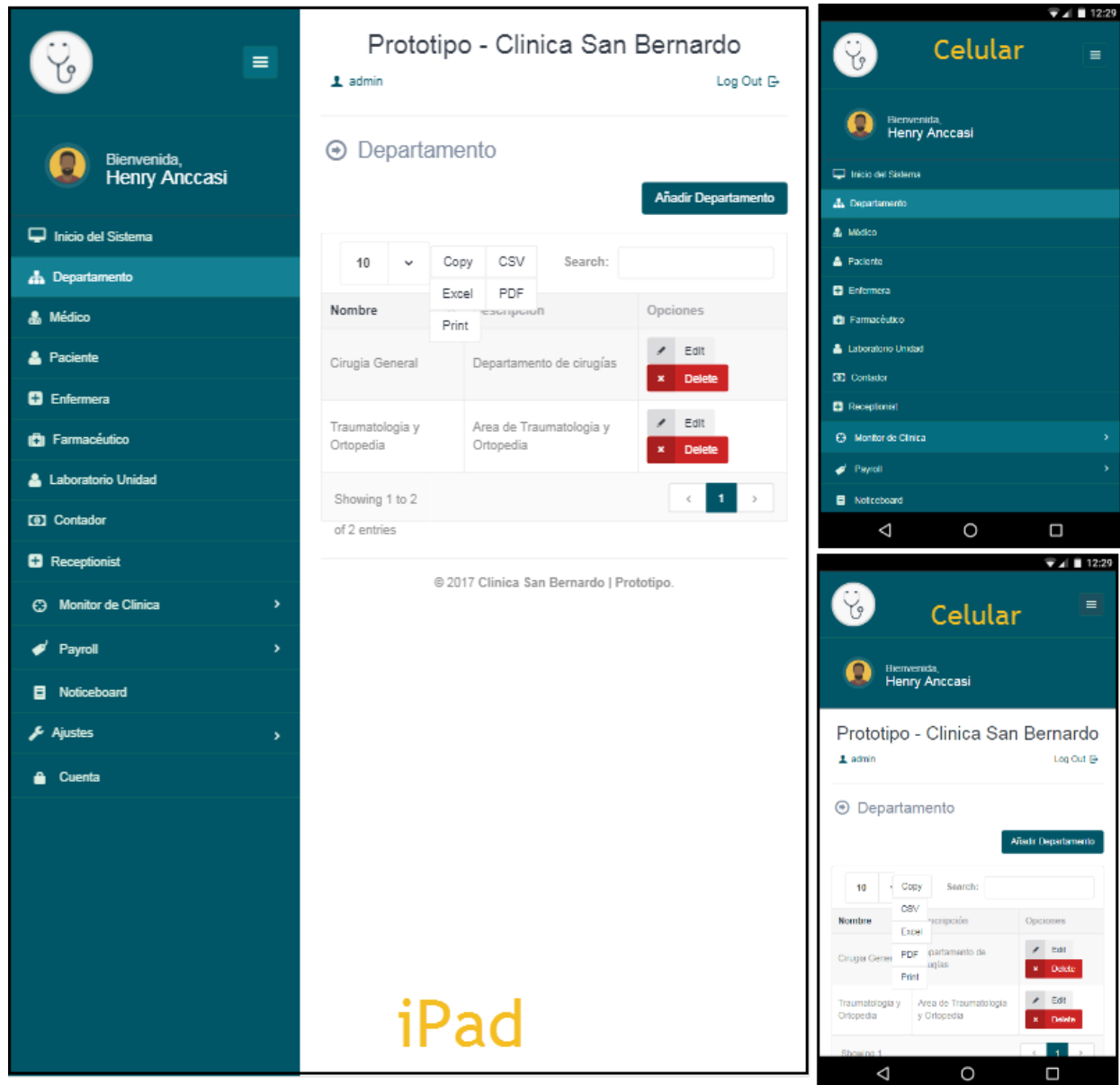


Figura 54. Pantalla de ingreso a la aplicación desde un dispositivo móvil

**Fuente:** Elaboración propia

**Departamentos:**



Figura 55. Pantalla maestra de departamentos.

**Fuente:** Elaboración propia

**Médicos:**

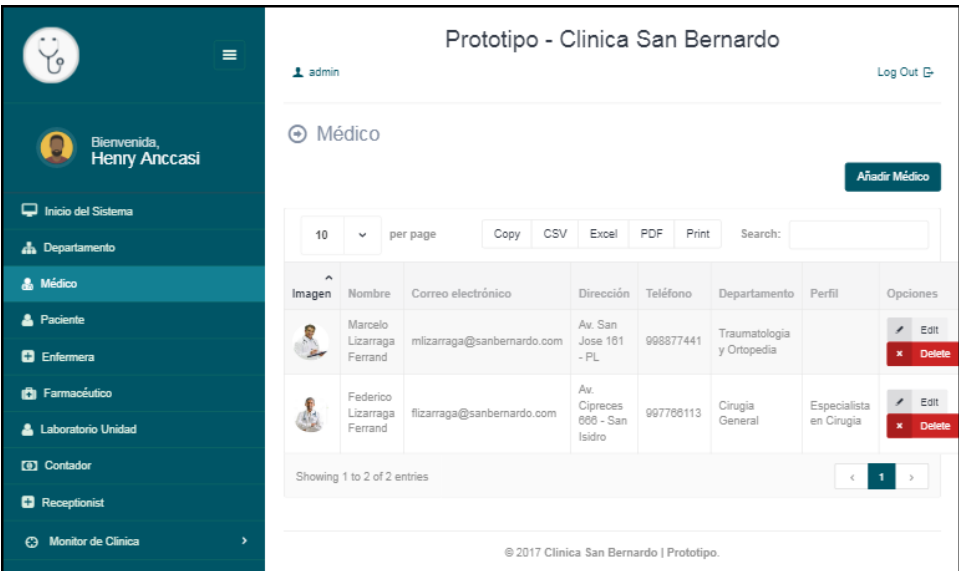


Figura 56. Pantalla maestra de médicos.

**Fuente:** Elaboración propia

## Pacientes:

Prototipo - Clinica San Bernardo

admin Log Out

Paciente

Añadir Paciente

10 per page Copy CSV Excel PDF Print Search:

Imagen	Nombre	Correo electrónico	Dirección	Teléfono	Sexo	Fecha de nacimiento	Edad	Grupo sanguíneo	Opciones
	Henry Ancasi	hancasi@acty.com.pe	Av. Colombia 1200	998877441	male	30/01/1990	27	O+	
	Percy Ramos Susantbar	pramos@acty.com.pe	Av. Jose Avelardo Quiñones - Surco	998844221		05/07/1983	34	O+	
	Edwin Rodriguez Chavez	erodriguez@acty.com.pe	Av. La marina 1200 - San Miguel	987653321	male	05/06/1985	32	O-	
	Jonathan Utrilla Lilloa	jutrilla@acty.com.pe	Av. Cuba 500 - Jesus Maria	998652314	male	20/07/1990	27	O+	
	Geancarlos castillo zorilla	gcastillo@acty.com.pe	Av. Tupac Amaru - Comas	987654369	male	12/09/1984	33	B+	

Showing 1 to 5 of 5 entries

© 2017 Clinica San Bernardo | Prototipo.

Figura 57. Pantalla maestra de pacientes

Fuente: Elaboración propia

## Enfermeras:

Prototipo - Clinica San Bernardo

admin Log Out

Enfermera

Añadir Enfermera

10 per page Copy CSV Excel PDF Print Search:

Imagen	Nombre	Correo electrónico	Dirección	Teléfono	Opciones
	Yira Merino Ortega	ymerino@sanbernardo.com	Av. Carretera Central 4512 - Ate	999985542	
	Johana Cuadros Cepeda	jcuadros@sanbernardo.com	Av. Caminos del Inca - Surco	998563475	

Showing 1 to 2 of 2 entries

© 2017 Clinica San Bernardo | Prototipo.

Figura 58. Pantalla maestra de enfermeras

Fuente: Elaboración propia

## Farmacéuticos:

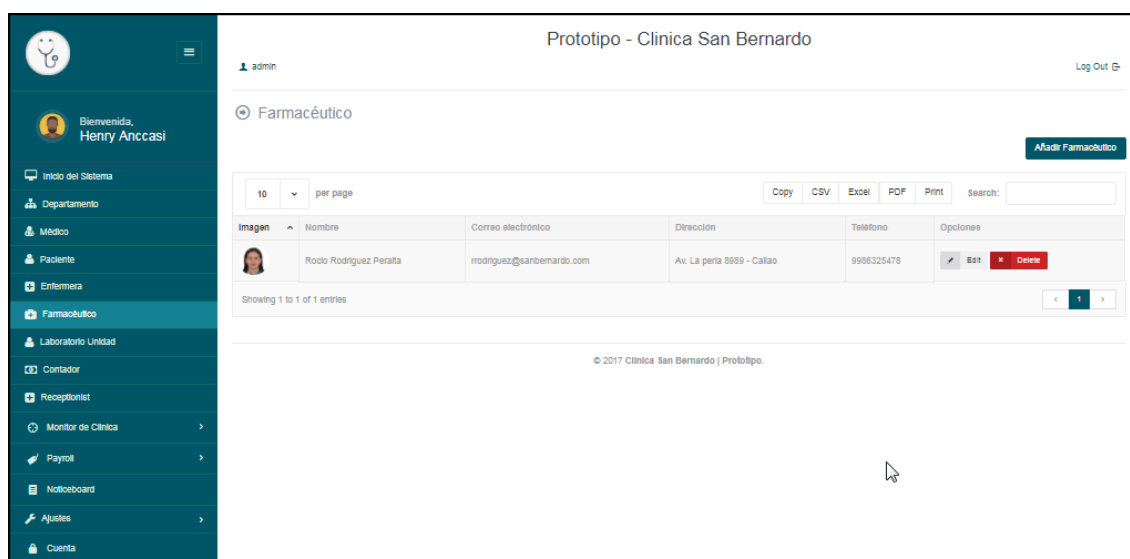


Figura 59. Pantalla maestra de farmacéuticos

**Fuente:** Elaboración propia

## Laboratorio:

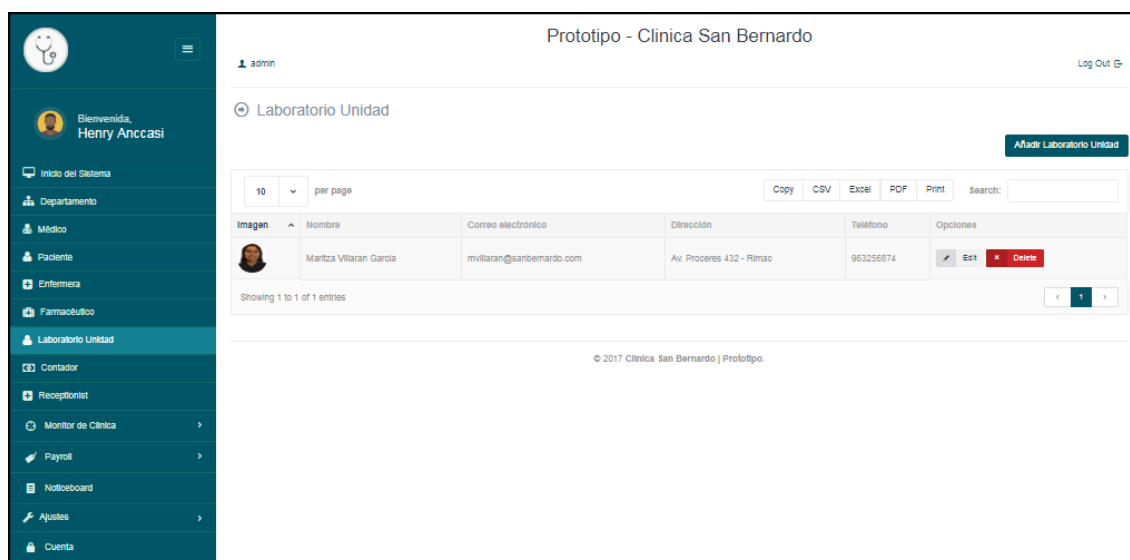


Figura 60. Pantalla maestra de laboratorio

**Fuente:** Elaboración propia

## Admisión:

Figura 61. Pantalla maestra de admisión

**Fuente:** Elaboración propia

## Configuración Del Sistema:

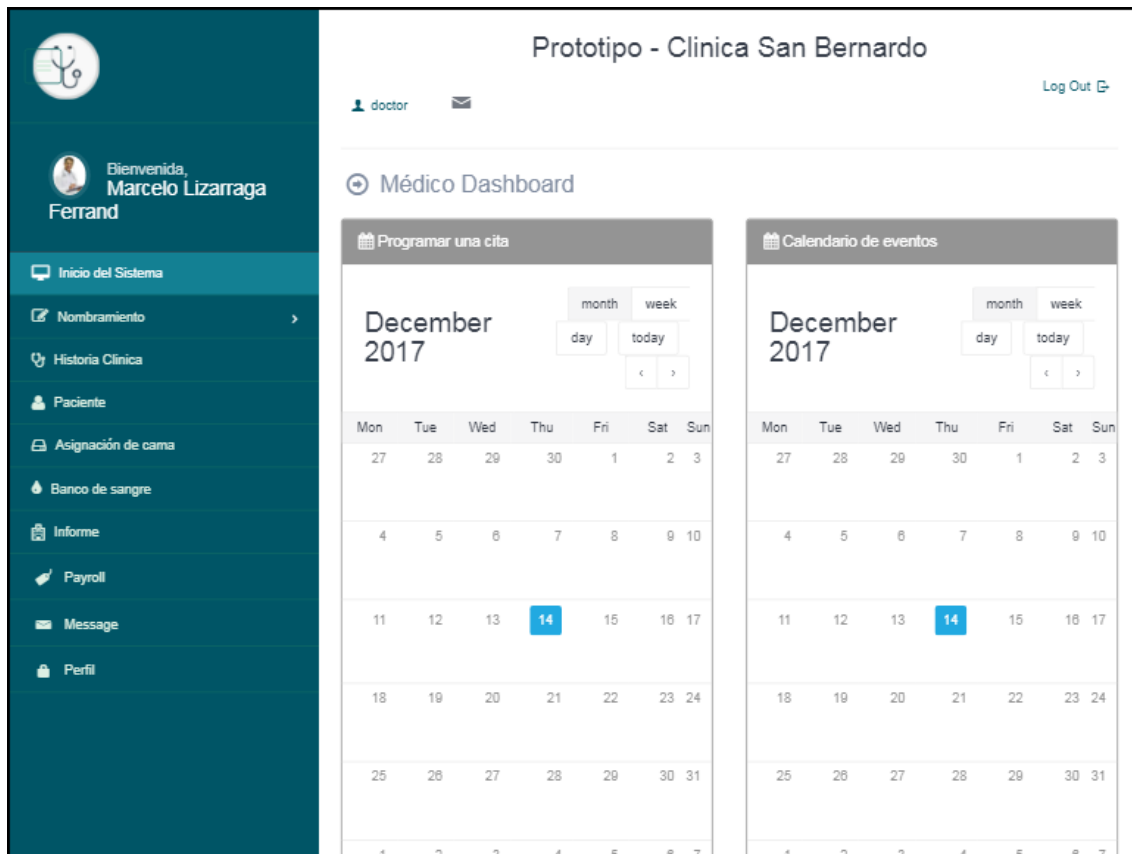
Figura 62. Pantalla maestra de laboratorio

**Fuente:** Elaboración propia

## Por parte del Médico:

### *Pantalla principal:*

Como pantalla principal del médico al ingresar al sistema, deberá ver su calendario de actividades del mes, para que pueda realizar las tareas o citas que tiene pendiente por atender desde el momento que ingresa al sistema y su posterior trabajo que tenga en el día y los días siguientes.



*Figura 63. Pantalla principal del Médico*

**Fuente:** Elaboración propia

Como pantallas secundarias se puede ver a detalle los pendientes que tiene en el día el médico.

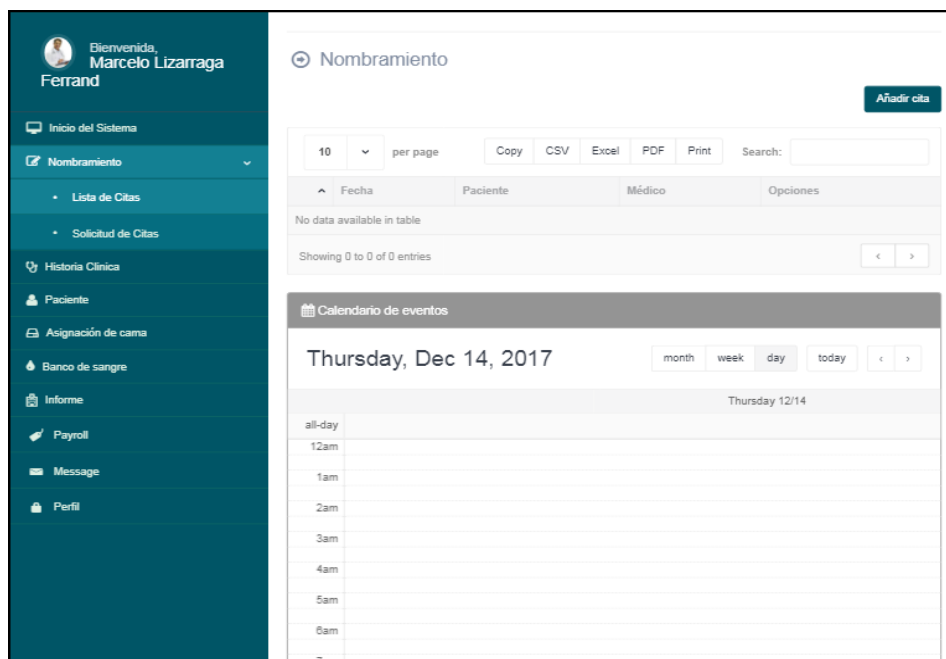


Figura 64. Pantalla secundaria que lista actividades del día para el medico

**Fuente:** Elaboración propia

### *Consulta de Historias Clínicas usando el dispositivo Zigbee (Online)*

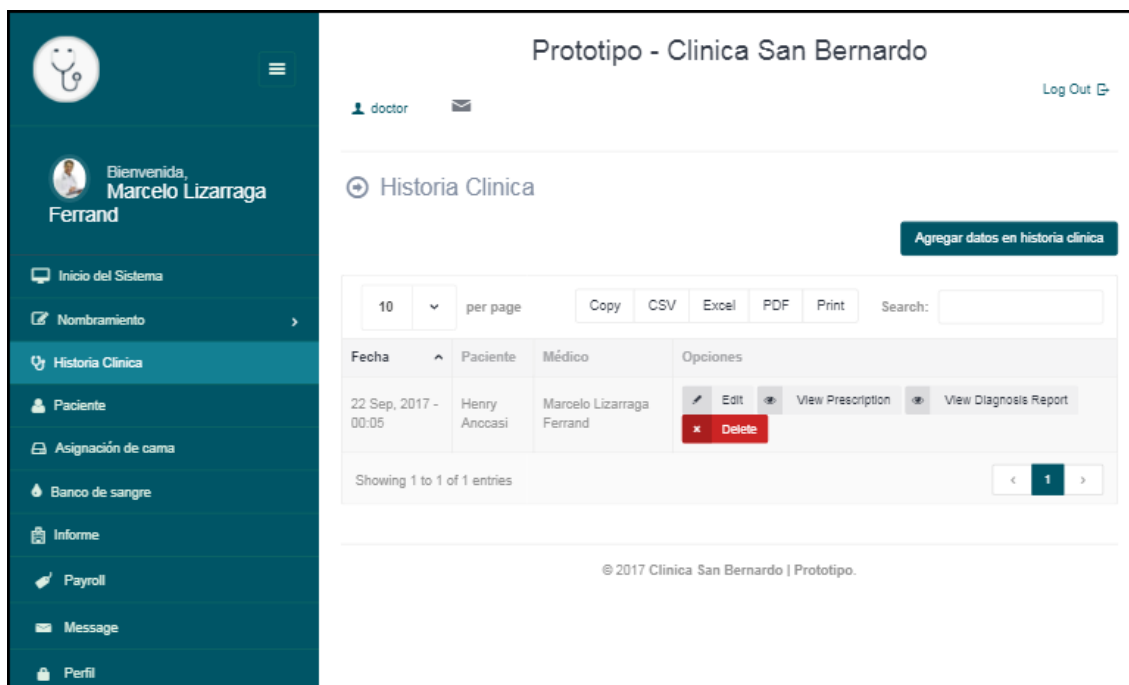
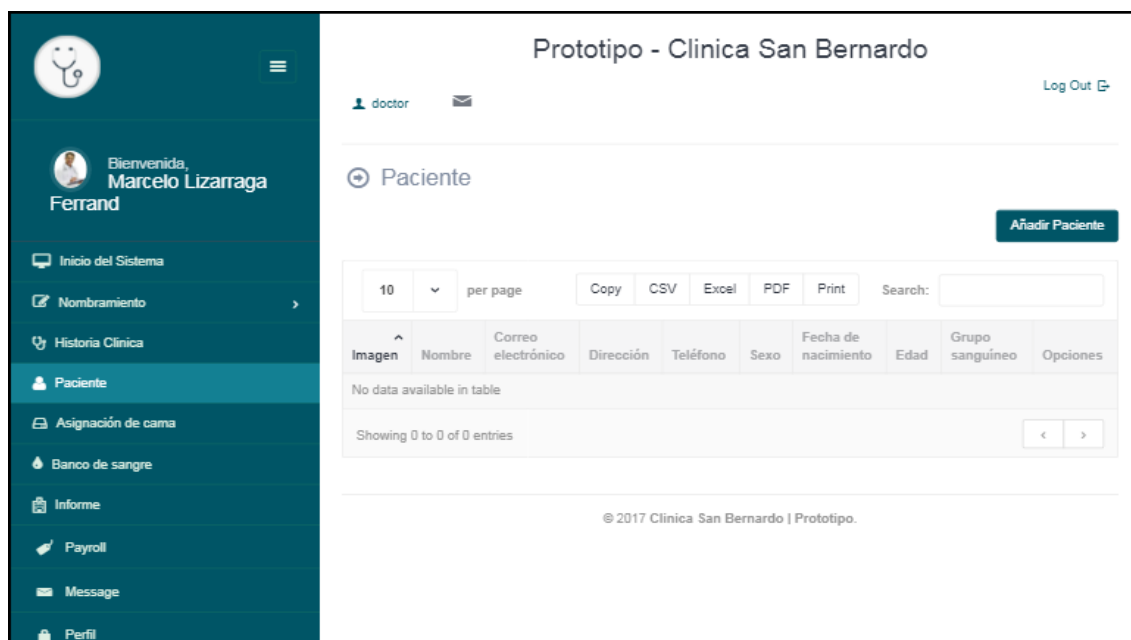


Figura 65. Pantalla de consulta de Historias Clínicas

**Fuente:** Elaboración propia



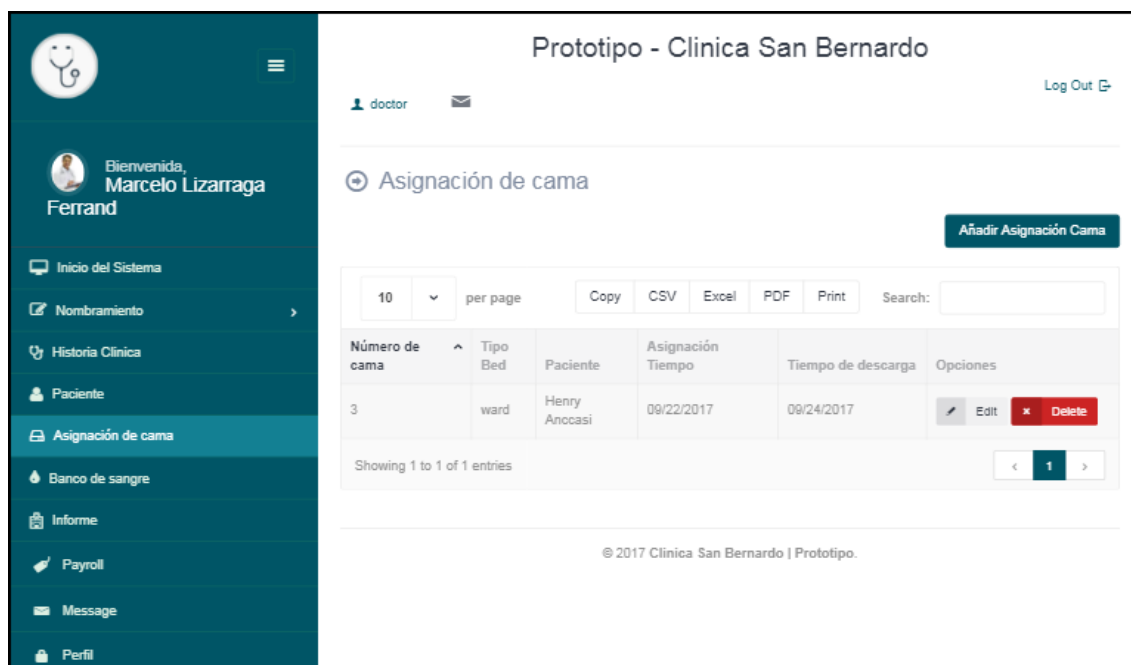
***Pacientes actualizados usando los dispositivos Zigbee (Online):***



*Figura 66. Pantalla de listado de pacientes a pie de cama*

**Fuente:** Elaboración propia

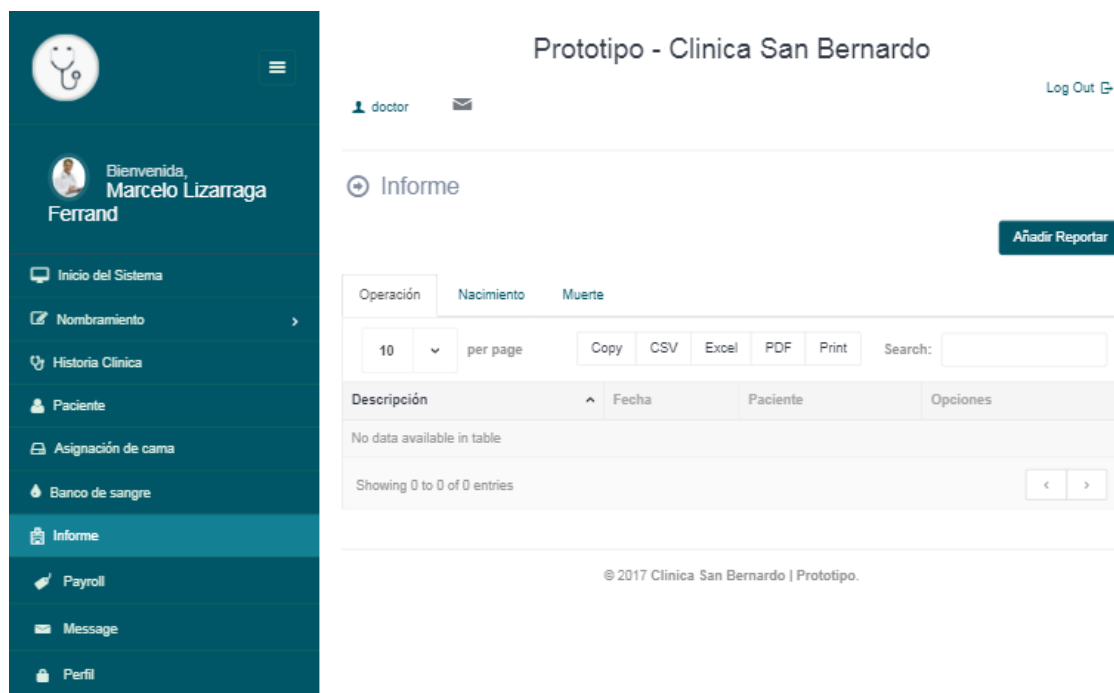
***Asignación de cama a un paciente:***



*Figura 67. Pantalla de asignación de cama a paciente*

**Fuente:** Elaboración propia

### ***Añadir informe en Historia Clínica:***



*Figura 68. Pantalla de registro de informe en Historia Clínica*

**Fuente:** Elaboración propia

### **Por parte de la Enfermera:**

#### ***Pantalla principal:***

Como pantalla principal de la enfermera, se tendrá de la misma manera un calendario de actividades en caso que se tengan tareas pendientes que se registra la enfermera para que cumpla con sus actividades en la parte medica que se le tiene asignada.

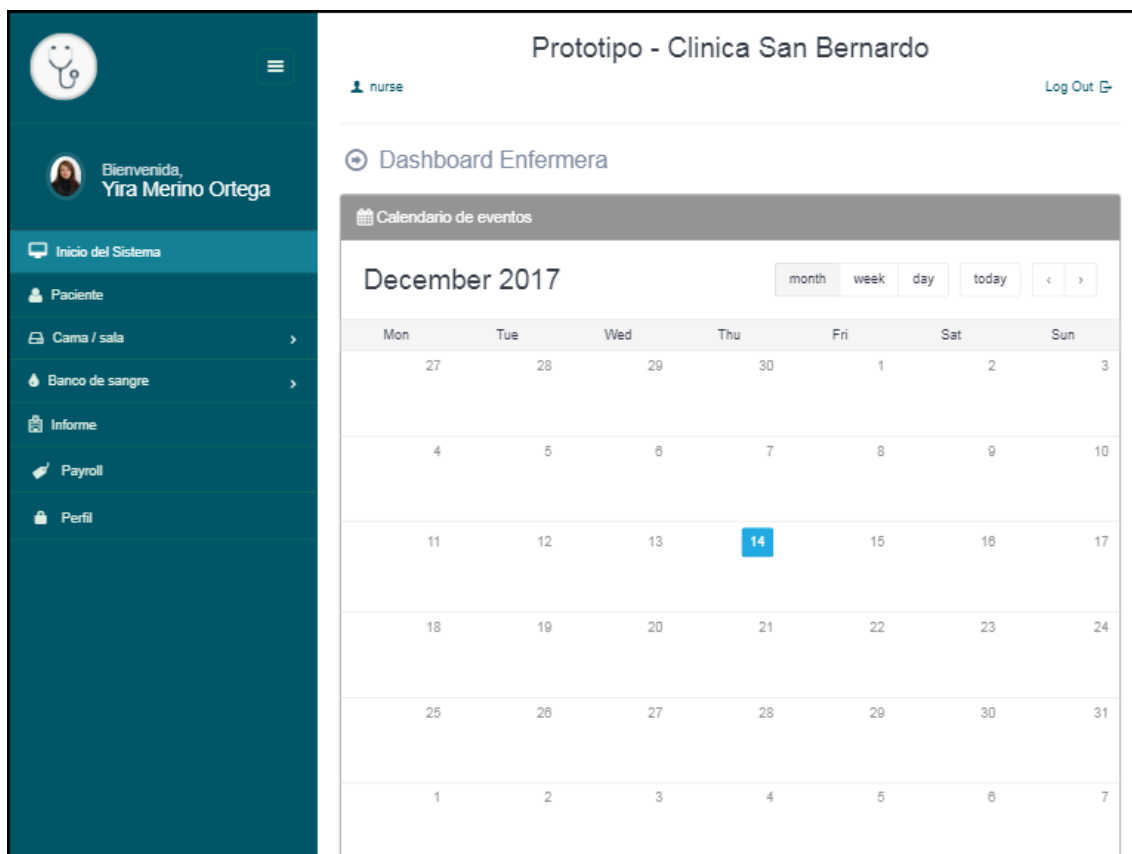


Figura 69. Pantalla de inicio de enfermera

**Fuente:** Elaboración propia

### ***Lista de Pacientes:***

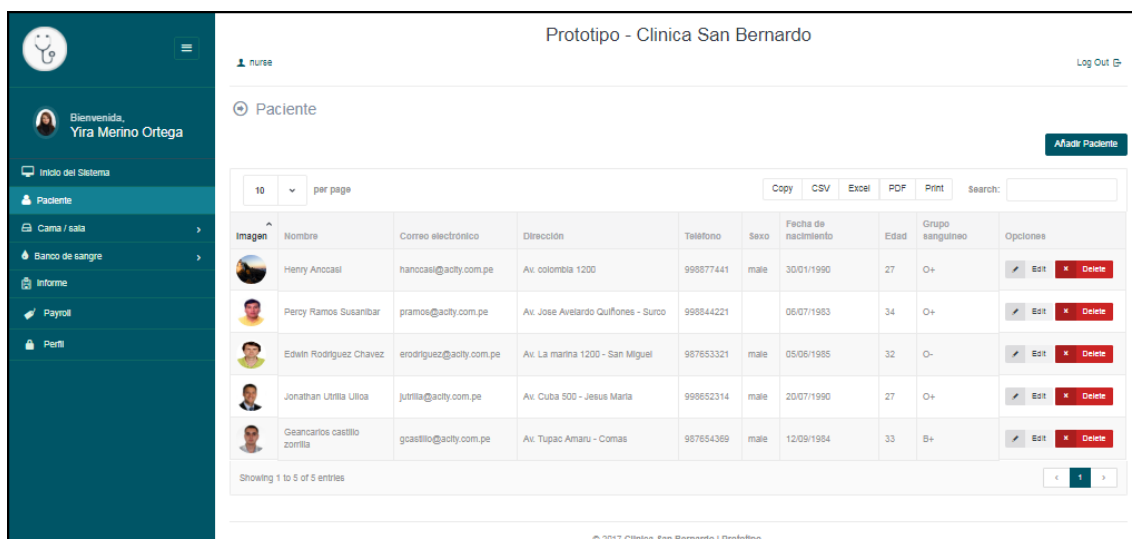
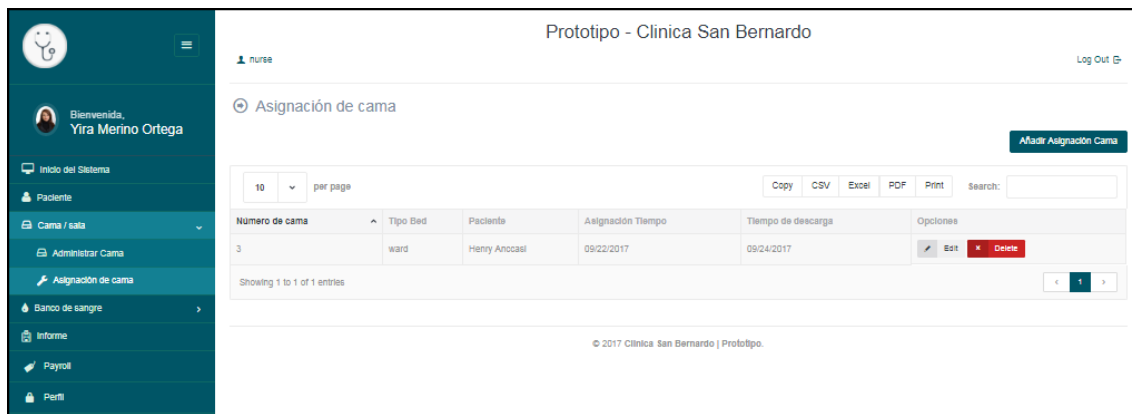


Figura 70. Pantalla de registro de informe en Historia Clinica

**Fuente:** Elaboración propia



*Figura 71. Pantalla de registro de informe en Historia Clínica*

**Fuente:** Elaboración propia



*Figura 72. Pantalla de registro de notas en informe de paciente*

**Fuente:** Elaboración propia

**Por parte de la Laboratorio / Radiología / Farmacia:**

### ***Pantalla principal:***

Como pantalla principal de laboratorio clínico, se tendrá de la misma manera un calendario de actividades en caso que se tengan tareas pendientes para este tipo de usuario.

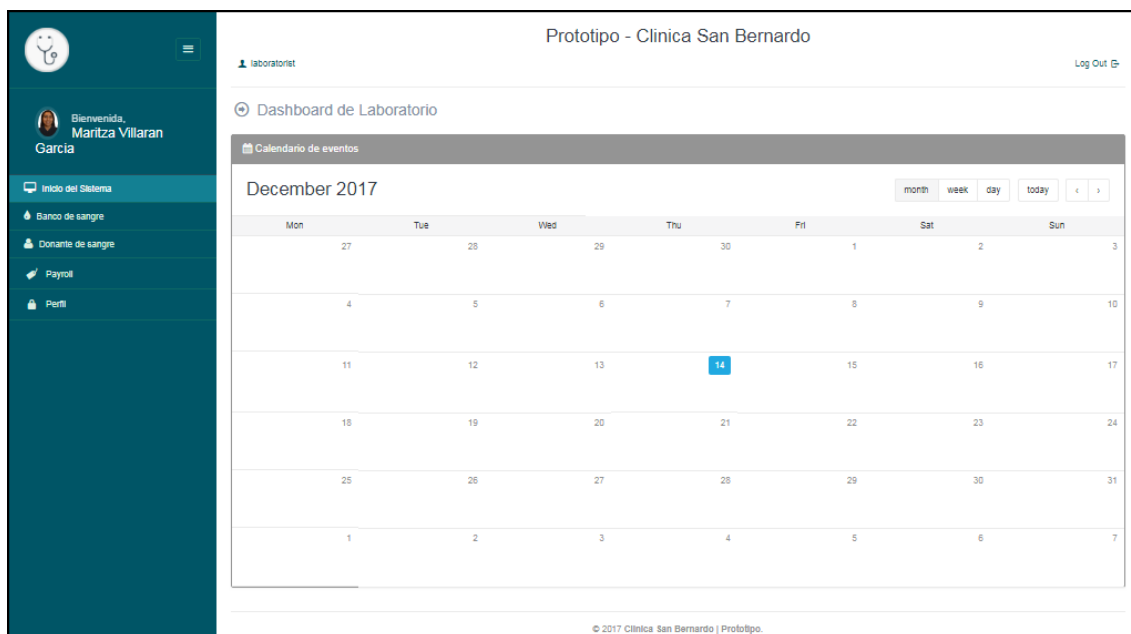


Figura 73. Pantalla de inicio para usuario de laboratorio clínico y/o radiología

**Fuente:** Elaboración propia



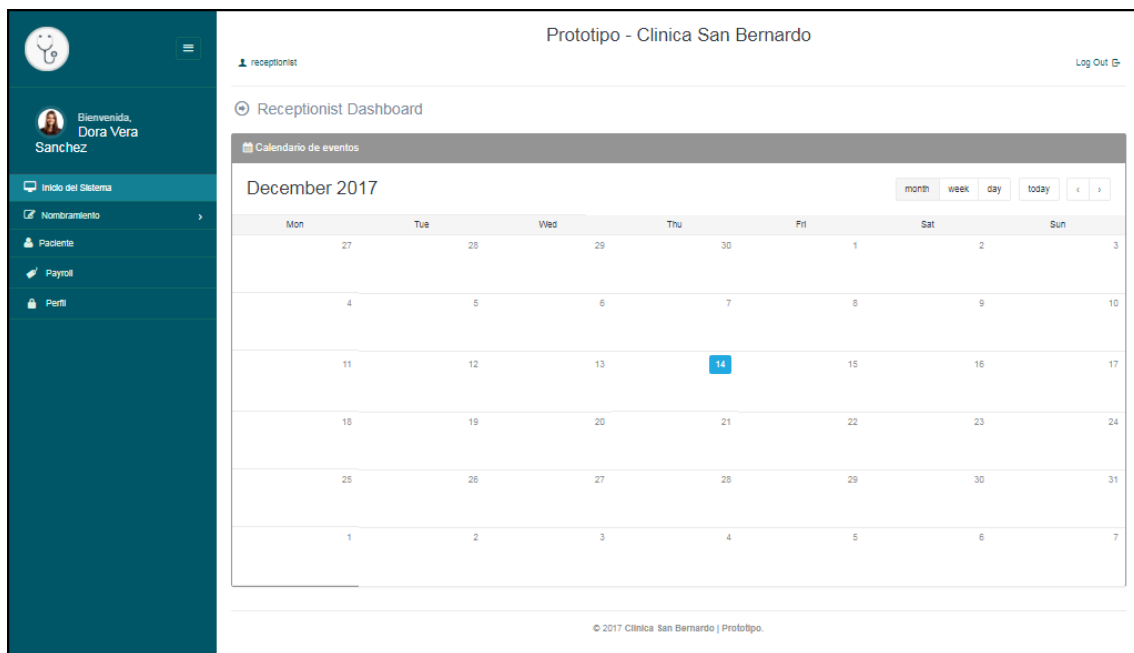
Figura 74. Pantalla de registro de donante de sangre y registro de informes

**Fuente:** Elaboración propia

## Por parte de la Admisión:

### *Pantalla principal:*

Como pantalla principal de admisión, se tendrá de la misma manera un calendario de actividades en caso que se tengan tareas pendientes para este tipo de usuario, así como también la lista de programaciones respecto a operaciones registradas.



*Figura 75. Pantalla de inicio de usuarios de admisión*

**Fuente:** Elaboración propia

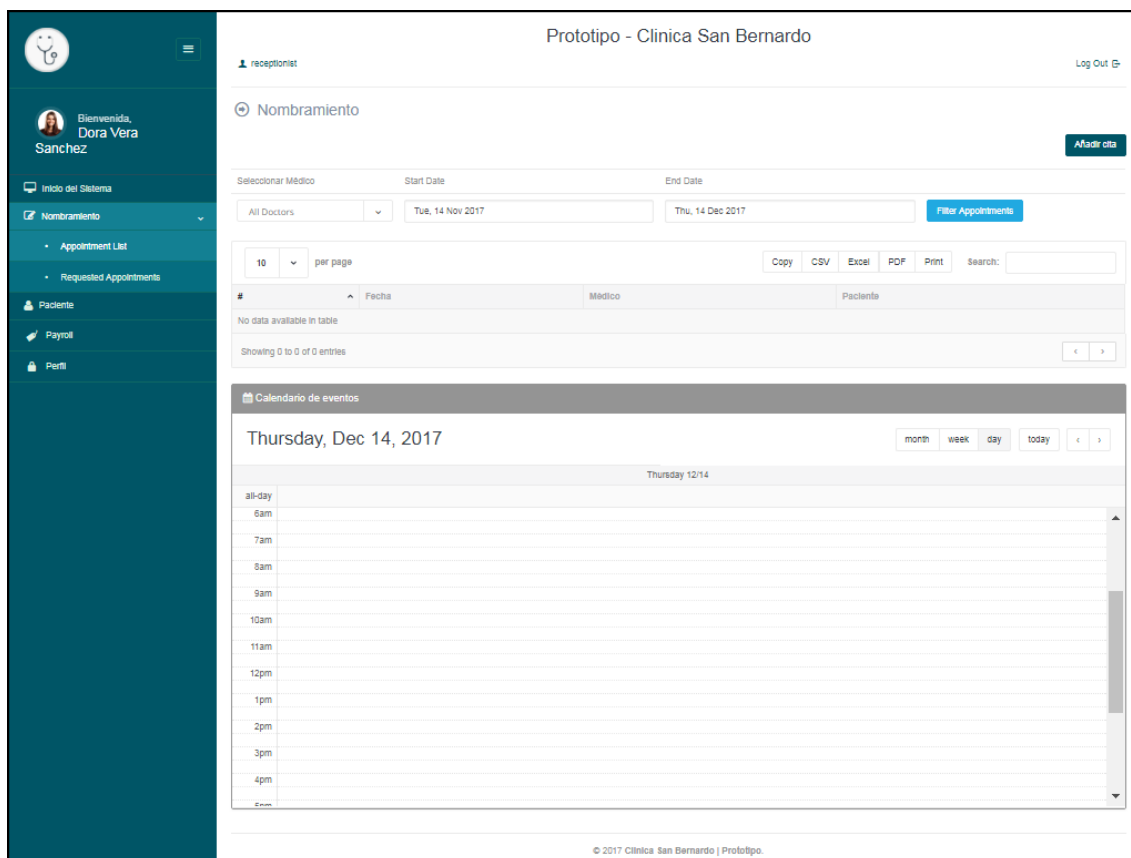


Figura 76. Pantalla de administración de citas

**Fuente:** Elaboración propia

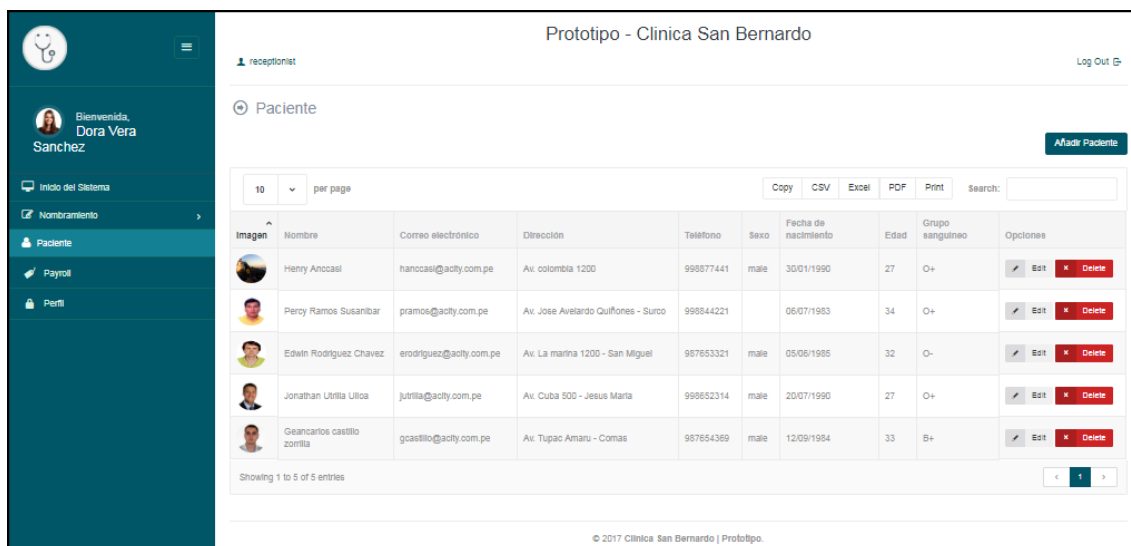


Figura 77. Pantalla de registro de pacientes e historia clínica

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.3.2. PRUEBAS:**

El uso de técnicas y metodologías de pruebas de calidad de software permitirá que esta implementación pueda obtener productos con excelentes estándares de calidad y permitirá una gran disminución de fallos en los distintos componentes y entregables del proyecto a desarrollar. Las pruebas se hacen necesarias en todo proceso de implementación porque gracias a ellas permitirán reducir los riesgos cuando se empieza a operar, y lograr que se identifiquen los defectos antes de la puesta en producción evitando pérdidas de dinero y tiempo.

Se tiene que tener en consideración que los sistemas o aplicaciones son desarrolladas e implementadas por personas y por ende en sus etapas desde su creación se puede realizar tareas que no son las adecuadas para la creación de un componente de software, como los errores al codificar, requerimientos no cubiertos, entre otras. Si no se tienen identificados algunos defectos desde la concepción del sistema, hay un alto grado de riesgo de que la aplicación no cubra los requerimientos del cliente.

El proceso de prueba tiene que estar alineadas y cubrir lo siguiente:

- Revisión de todos los requerimientos solicitados
- Realización de un análisis documental completo
- Identificación de inconvenientes y defectos
- Realización de pruebas funcionales y no funcionales
- Pruebas de unitarias y de integración
- Informes de confianza detallado para el nivel de calidad
- Información de toma de decisiones y planes de mejora continua



### 3.3.2.1. MODELO EN V - PARA PRUEBAS DE CALIDAD DE SOFTWARE

En la práctica este modelo es de gran uso, puede tener diferentes niveles para el desarrollo en base al tipo de proyecto o el producto software. Para esta implementación se mencionan los cuatro niveles:

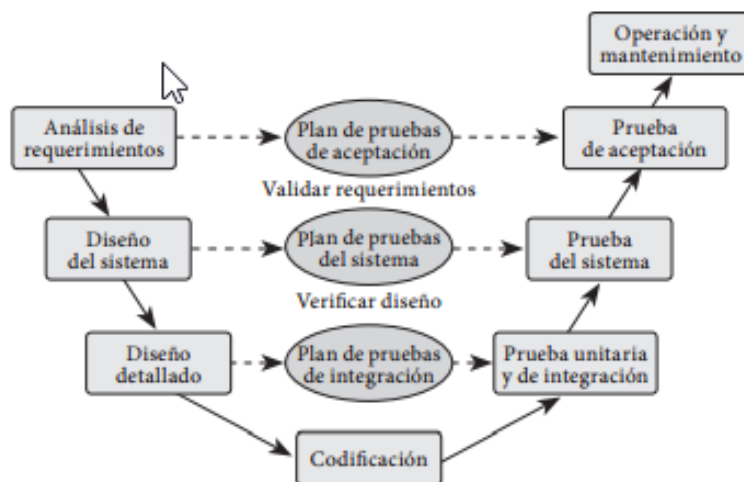
Prueba de componentes

Prueba de integración

Prueba del sistema

Prueba de aceptación

En la *Figura 78* se describe los pasos y planes para su implementación del modelo en V



*Figura 78. Modelo en V*

**Fuente:** (Sommerville, 2005)

#### ***Pruebas de componentes:***

Tienen por objeto localizar defectos y comprobar el funcionamiento de módulos software, programas, objetos, clases, etc, que puedan probarse por separado. Es decir, se pueden realizar de manera independiente al resto del sistema en función del contexto.

#### **Diseño de casos de pruebas:**

- Requisitos de los componentes

- Diseño de detalle en los casos de uso
- Código en el módulo o componente.

### ***Pruebas de integración:***

Se encargan de probar las interfaces entre los componentes o módulos; por ejemplo, el componente validación de usuario con el sistema operativo, el sistema de archivos en integración con el hardware, etc. Diseño de casos de pruebas: Diseño de software, arquitectura, flujos de trabajo, casos de uso, se deben tener en cuenta los objetos de prueba típicos:

1. Base de datos de subsistemas
2. Infraestructura
3. Interfaces
4. Configuración del sistema
5. Datos de configuración

### ***Pruebas de sistema:***

Hacen referencia al sistema como un todo; se debe elaborar un plan de pruebas de forma clara y bien estructurada.

#### **Diseño de casos de pruebas:**

- Requisitos del usuario
- Requisitos del sistema
- Casos de uso
- Procesos de negocio
- Informes de análisis de riesgo.

Se deben tener en cuenta los objetos de prueba típicos:

1. Procesos de negocio en sistema completamente integrado
2. Procesos operativos y de mantenimiento
3. Procedimientos de usuario
4. Formularios
5. Informes
6. Datos de configuración

***Pruebas de aceptación:***

Estas pruebas se realizan en función de los criterios previstos en el contrato realizado para el desarrollo del software, estas pruebas son llevadas a cabo entre el equipo de desarrollo de proyecto y el cliente. Las pruebas de necesarias para la aceptación del sistema serán validadas con el fin de cubrir los distintos requerimientos funcionales y no funcionales.

***Pruebas de backup / restauración:***

Este tipo de pruebas permitirán una recuperación ante desastres, tareas de actualización del software, carga de información, migración o implementación de nuevos módulos de software, pruebas de aceptación contractual y pruebas de usuario.

***Técnicas de prueba:***

En la *Tabla 79* se ver los distintos tipos de prueba que existen, y las distintas técnicas de prueba y se agrupan en lo siguiente:

Agrupación	Técnicas
Técnicas de caja negra	Partición de equivalencia Análisis del valor límite Tablas de decisión Máquinas de estado finito Grafo causa efecto Prueba de dominios
Técnicas de caja blanca	Basadas en el flujo de control Basadas en el flujo de los datos Mutantes
Técnicas según quién hace la prueba	Pruebas de aceptación Pruebas alfa y beta Pruebas de usuario Pruebas en pares
Técnicas basadas en la experiencia	Prueba <i>ad hoc</i> Conjetura de errores Testing exploratorio

*Figura 79. Técnicas y herramientas de pruebas de software*

**Fuente:** (Sommerville, 2005)

En la tabla 23 describimos los procedimientos que se ejecutan en el control de calidad de la aplicación, mostrando los roles que se le asignaran a cada integrante del proyecto y el orden de cómo se tiene que ir desarrollando las actividades.

*Tabla 22. Pruebas de calidad de software*

PROCESO	GRUPO DE CALIDAD DE SOFTWARE	GRUPO DE ANALISTA PROGRAMADOR	GRUPO DE ANALISTA PROGRAMADOR	JEFE DE DESARROLLO
1. <b>Gestiona plan de pruebas</b>	Se encarga de realizar el listado de pruebas que se realizarán, así como la asignación de responsabilidades al equipo de proyecto.			
2. <b>Ejecución de pruebas.</b>		Realiza las pruebas de acuerdo al listado generado por calidad de software y los procedimientos establecidos.		
3. <b>Generación y aprobación de solicitudes de cambio.</b>		Genera un listado de las observaciones e inconsistencias encontradas y reportarlo a los integrantes del equipo de desarrollo para su evaluación.		
4. <b>Levantamiento de Solicitudes de cambio.</b>			El equipo de desarrollo de software, evaluará y realizará la atención de las solicitudes reportadas.	
5. <b>Verificación de corrección.</b>	Verifica las observaciones enviadas por el área de desarrollo o el área de diseño y se cierra la incidencia. Este proceso es encargado de verificar las correcciones.			
6. <b>Gestión de conformidad</b>	Confirma la realización de las pruebas y firma acta de conformidad con el cliente.			Confirma realización de pruebas y firma acta de conformidad de pruebas.

**Fuente:** Elaboración propia

En las siguientes tablas se muestra las especificaciones de las pruebas de referencia utilizados para la presente solución.

Tabla 23. Especificaciones de casos de pruebas

Nº	Especificaciones de las pruebas
1	<p><b>Caso de Prueba:</b> Acceso de usuario a la aplicación Web.</p> <p><b>Objetivo:</b> Validar el ingreso de credenciales por parte de los usuarios que ingresen a la aplicación desde diferentes tipos de dispositivos.</p> <p><b>Pruebas a realizarse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobar que los distintos usuarios registrados tengan privilegios de ingresar al sistema.</li> <li>- Validar el vencimiento del password y mostrar mensajes de ayuda.</li> <li>- Comprobar que inicien sesión los usuarios que se encuentren registrados en el sistema.</li> <li>- Comprobar que solo tengan acceso a la información que se determinó en los requisitos de sistema.</li> </ul>
2	<p><b>Caso de Prueba:</b> Registro de pacientes</p> <p><b>Objetivo:</b> Verificar el registro adecuado de pacientes ingresantes.</p> <p><b>Pruebas a realizar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingresar a la opción correspondiente del personal de admisión, ingresar los datos correspondientes de distintos tipos de personas que se tienen en el sistema actual.</li> <li>- Seleccionar el registro ingresado y poder realizar una visualización de que los datos ingresados.</li> <li>- Realizar una prueba con distintos tipos de datos para ver si el sistema registra o nos muestra pantallas que la información correspondiente debe ser ingresada correctamente.</li> </ul>
4	<p><b>Caso de Prueba:</b> Ver Citas</p> <p><b>Objetivo:</b> Mostrar todas las citas que se han registradas en distintos momentos de la atención a un paciente.</p> <p><b>Pruebas a realizar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccionar la opción citas y verificar con el horario que se muestren todos los pacientes.</li> <li>- Registrar mensajes de alerta a los doctores programados y verificar que estos registros se puedan visualizar una vez programado una cita.</li> <li>- Seleccionar las citas y poder ver en detalle las distintas opciones y sus registros.</li> </ul>
5	<p><b>Caso de Prueba:</b> Ver Pagos</p> <p><b>Objetivo:</b> Verificar el registro de pagos debido a las distintas operaciones o procedimientos que puede hacer un paciente en su estadía en la clínica.</p> <p><b>Pruebas a realizar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seleccionar la opción pagos en el perfil de administración y para que pueda ingresar a la ventana de visualización de pagos generales y detalle de cada uno de ellos.</li> <li>- Verificar desde que área se registró el pago y su estado para poder saber en tiempo real que pagos se están realizando.</li> </ul>

7	<p><b>Caso de Prueba:</b> Registro de historia clínica</p> <p><b>Objetivo:</b> Registrar correctamente una historia clínica, además verificar el si la información de registro soporta volúmenes de información.</p> <p><b>Pruebas a realizar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingresar a la opción registro de historia clínica de los usuarios que deberían tener esta opción, mediante el icono de la ventana principal.</li> <li>- Comprobar el correcto registro de todos los distintos tipos de información a ingresar y que estos estén reflejados en el sistema.</li> <li>- Cargar imágenes y que estoy se pueden registrar correctamente.</li> <li>- Validar si los datos ingresados se guardaron correctamente y que pueda ser visto desde otro usuario.</li> </ul>
---	--

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.4. APLICACIÓN

#### 3.4.1. IMPLEMENTACION

La implementación de esta aplicación tiene un sin número de alternativas para poder realizarse, para el cual se hizo un análisis de las alternativas que se tienen para escoger la más adecuada de acuerdo al entorno donde se realizara este tipo de implementación. Tanto para escoger la plataforma tecnológica del servidor web, como también para escoger el tipo de base de datos a utilizar.

#### ***DESARROLLO DEL SERVICIO WEB:***

En el siguiente apartado se describirá una descripción básica de cada una de las tecnologías como características, ventajas y desventajas de los servidores web a utilizar.

En la siguiente tabla se hace una comparación detallada de cada una.

*Tabla 24. Cuadro Comparativo para aplicativos Web - Características, ventajas y desventajas de los Principales lenguajes de programación web.*

	JSP	PHP	ASP
<b>Definición</b>	JSP (JavaServer Pages) es aquella tecnología que nos permite incluir código Java dentro de páginas web. Es conocido como contenedor JSP (el cual es un componente del servidor web) y es el encargado de poder tomar toda la página y sustituir el código Java en un código para su ejecución. Permitiendo diseñar páginas con algunas partes fijas y otras partes variables.	Es un tipo de lenguaje de programación interpretado, fue diseñado para cubrir las necesidades de páginas web dinámicas. Su uso es el de ser un interprete desde el lado del servidor (“server-side scripting”).	El lenguaje ASP fue creado por Microsoft para poder hacer uso del Internet Information Server(IIS). Con este lenguaje se pueden realizar fácilmente distintos tipos de páginas web para consulta a bases de datos, consulta a funciones propias del lenguaje, realizar cálculos matemáticos, etc.
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Es un lenguaje bastante potente creado para las páginas web dinámica.</li><li>- Se integra facilmente con HTML, CSS y javascript.</li><li>- Trabaja a base de servlets los cuales son archivos que trabajan a nivel de servidor.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Alta velocidad de procesamiento de información.</li><li>- Cuenta con una amplia comunidad de programadores que pueden ayudar a dar soporte a las aplicaciones</li><li>- Su nivel de seguridad es bastante alto gracias a su archivo de configuración ini.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tienen todo el código compilado en un archivo de biblioteca de vínculos dinámicos (DLL)</li><li>- El estado de la aplicación está en manos de una colección de variables compartidas definidas por el usuario</li><li>- La sesión del usuario del lado del cliente se mantiene mediante una cookie o codificando la ID de sesión en la URL</li></ul>



<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuenta con un código bien estructurado y el IDE permite leer el código fuente de manera más clara.</li> <li>- Permite integrarse con java compartiendo todas sus librerías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene una gran facilidad para aprender.</li> <li>- Es software libre.</li> <li>- Tiene la capacidad de realizar conexión con múltiples administradores de base de datos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene como soporte al lenguaje JScript de Microsoft (similar a Javascript).</li> <li>- El lenguaje ASP.NET soporta distintos tipos de programación como: C#, VB.NET y J#. Es un lenguaje orientado a objetos.</li> <li>- La comunicación con bases de datos de tipo SQL Server se realiza de manera efectiva y rápida.</li> <li>- ASP.NET tiene mejoras en cuanto a seguridad.</li> </ul>
<b>Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es un lenguaje complejo y requiere un considerado tiempo para su práctica y aprendizaje.</li> <li>- Se implementa en un entorno conocido como servidor Apache Tomcat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su acceso a base de datos no se encuentra estandarizado.</li> <li>- No existe ninguna compañía que se soporte detrás de él.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se necesita más líneas de código para hacer lo mismo que con otros lenguajes como lo es PHP.</li> <li>- El consumo de recursos de ASP.NET es elevado por lo que se requieren servidores de mejores prestaciones.</li> <li>- La mayoría de alojamientos web no soportan por los requerimientos para su instalación, y son usados más en entornos tipo intranet.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez descrito el concepto, características, ventajas y desventajas de los lenguajes de programación que pueden ser usados para el desarrollo web de la presente solución, se procederá a seleccionar el lenguaje más adecuado para el desarrollo de la aplicación, haciendo uso de los siguientes criterios y su evaluación de acuerdo al entorno donde se va aplicar el proyecto:

*Tabla 25. Cuadro de Clasificación por Ponderación*

<b>Clasificación</b>	<b>Ponderación</b>
Opcion A	Facilidad
Opcion B	Rendimiento
Opcion C	Mantenimiento
Opcion D	Curva de aprendizaje

En la *tabla 26* se muestran las ponderaciones a tomar en cuenta para la evaluación.

*Tabla 26. Cuadro de Clasificación por Ponderación*

Clasificación	Ponderación
Excelente.	10
Muy Buena.	8
Buena.	6
Regular.	4
Mala.	1

**Fuente:** Elaboración propia

En la *tabla 27* se muestra evaluación en base a los puntajes y criterios de los principales entornos de programación.

*Tabla 27. Tabla de evaluación para seleccionar mejor lenguaje de programación.*

	OPCIONES				
	A	B	C	D	TOTAL
<b>JSP</b>	4	8	6	4	22
<b>ASP</b>	8	6	8	8	30
<b>PHP</b>	6	8	8	6	28
<b>TOTAL</b>	18	22	22	18	80

**Fuente:** Elaboración propia

Por lo tanto, el lenguaje de programación seleccionado para crear el aplicativo Web es

ASP porque:

- Es un lenguaje de programación con una curva de aprendizaje bastante alta y una extensa comunidad de programadores que nos pueden dar soporte a nivel de foros y comunidades de desarrollo.
- Cuenta con una amplia información en el mercado informático.

Tabla 28. Cuadro Comparativo para aplicativos de las Webservice a seleccionar tipos de Webservice a utilizar con la integración de ZigBee

### DESARROLLO DE LA WEB SERVICE

	SOAP	REST
<b>Definición</b>	SOAP(Simple-Object-Access-Protocol) Se trata de un protocolo de comunicación estándar, bajo el amparo de la W3C, que define como se deben comunicar dos sistemas a través de archivos XML. Este protocolo puede ser utilizado de dos maneras diferentes según convenga:	Se dice que este tipo de servicios está orientado a los recursos. Normalmente cada recurso tiene asignado una URI donde accedemos. La respuesta es en los formatos ya mencionados XML o JSON, son los más típicos, aunque no los únicos.  Si por el contrario lo que necesitas es algo sencillo y escalable, es recomendable utilizar REST.
<b>Características</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mensajes orientados al documento. Este tipo de comunicación comparte la información entre dos o más aplicaciones a través de ficheros XML.</li> <li>- Mensajes orientados a RPC (Remote Procedure Calls), llamadas a procedimientos remotos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Este tipo permite el intercambio de diferentes formatos de archivos estándar como XML y JSON. Sirve para obtener datos y para ejecutar operaciones sobre ellos. Se suelen utilizar a través del protocolo HTTP o HTTPS.</li> <li>- Son servicios web más fáciles que usar y se suele decir que es la manera ágil de crear servicios web por su sencillez.</li> </ul>
<b>Ventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SOAP se centra en el diseño para aplicaciones distribuidas</li> <li>- Tipado fuerte</li> <li>- Es síncrono y asíncrono</li> <li>- Comunicación de origen a destino seguro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es escalable y tiene un rendimiento a gran escala para sistemas distribuidos.</li> <li>- HTTP GET/POST/PUT/DEL</li> <li>- XML auto descriptivo</li> <li>- Es síncrono</li> <li>- HTTPS</li> <li>- Comunicación punto a punto y segura</li> </ul>
<b>Desventajas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Si se desea modificar o actualizar parte del desarrollo en el servidor esto impacta de una forma negativa en los clientes.</li> <li>- Si no se cuenta con las herramientas correctas, la interpretación puede tornarse demasiado compleja y difícil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La seguridad es una de las deficiencias y puede llegar a ser una tarea difícil de a la hora de su implementación.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez descrito el concepto, características, ventajas y desventajas de los principales tipos de Web Service a utilizar, se procederá a seleccionar el tipo de web service que se utilizara para realizar la implementación de la solución con su integración entre los dispositivos RFID activos, la red Zigbee y su envío de información a los servidores locales. Para el cual se creación opciones y características de ponderación.

*Tabla 29. Cuadro de Clasificación por Ponderación*

<b>Clasificación</b>	<b>Ponderación</b>
Opcion A	Facilidad
Opcion B	Rendimiento
Opcion C	Mantenimiento
Opcion D	Curva de aprendizaje

*Tabla 30. Tabla de puntajes para la ponderación de Web Services*

<b>Clasificación</b>	<b>Ponderación</b>
Excelente.	10
Muy Buena.	8
Buena.	6
Regular.	4
Mala.	1

**Fuente:** Elaboración propia

*Tabla 31. Tabla de evaluación para seleccionar mejor web service.*

	<b>OPCIONES</b>				
	A	B	C	D	TOTAL
<b>SOAP</b>	6	8	6	6	26
<b>REST</b>	10	8	8	8	34
<b>TOTAL</b>	10	16	14	14	60

**Fuente:** Elaboración propia

En la *tabla 31* se tiene la ponderación para la selección de la Web Service que se necesita para integrar Zigbee en el cual el mayor puntaje es para REST, porque:

- Es un entorno de fácil para realizar este tipo de implementación, a su vez la seguridad no es un pilar para el tipo de comunicación a implementar sumado a eso la velocidad de poder tener esta solución.

### **3.4.2. PROCESO DE IMPLEMENTACION**

Para el despliegue de la aplicación en producción se seguirá una serie de pasos tanto para la instalación de los distintos aplicativos como la configuración necesaria para poder integrar la solución al sistema actual de la clínica. Cabe mencionar que esta implementación hará uso de servidores que ya se tienen en producción para poder hacer uso del hardware y de la solución de alta disponibilidad que se encuentra actualmente implementada a nivel de servidores. Los equipos necesarios para la red Zigbee si deberán ser adquiridos para este despliegue.

Algunas cosas que se tiene que realizar para el correcto despliegue se detallan en lo siguiente:

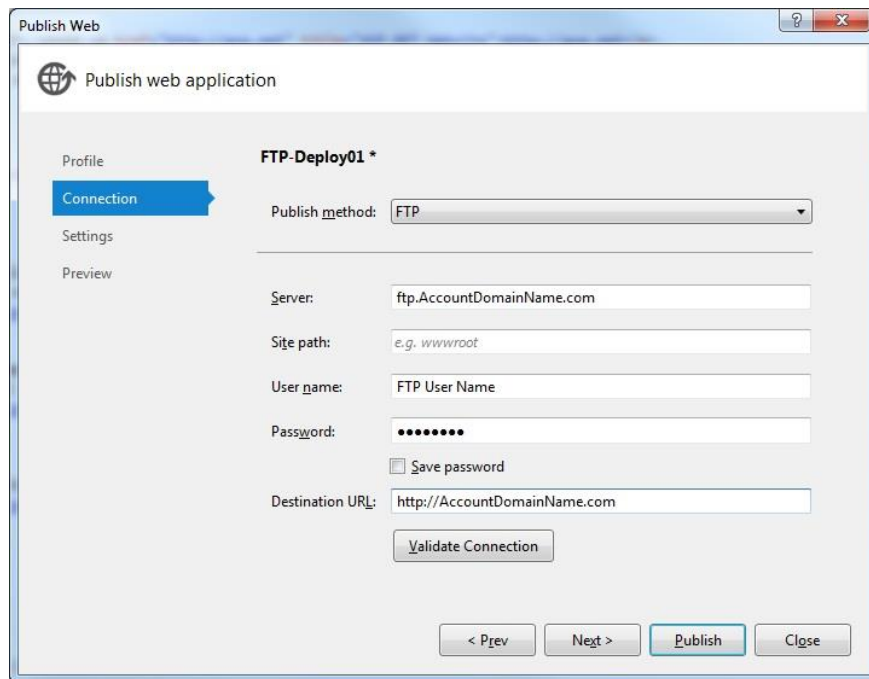
1. Instalar los entregables finales en los respectivos servidores, tanto a nivel de base de datos, como de aplicaciones.
2. Migrar la información necesaria del sistema administrativo, para que el nuevo sistema comience a operar para las validaciones con los usuarios finales.
3. Realizar las pruebas finales con los interesados claves para validar las expectativas de los usuarios.
4. Realizar un funcionamiento en paralelo de la nueva solución con el trabajo que se viene haciendo hasta el momento.
5. Validar los casos de uso y entregables finales con los interesados y usuarios finales.
6. Instruir a los usuarios en los procedimientos a realizar tanto al personal clínico, administrativo y al personal del área de sistemas de la empresa.

7. Traspaso de la documentación técnica y manuales detallados del sistema al interesado correspondiente.
8. Generación de documentación de sistemas y manuales de usuarios.

### 3.4.3. INSTALACIÓN DE LOS PAQUETES EN LOS SERVIDORES

#### APLICACIÓN WEB

1. Instalación código generado para la publicación web en los servidores Prodweb01 y Prodweb02



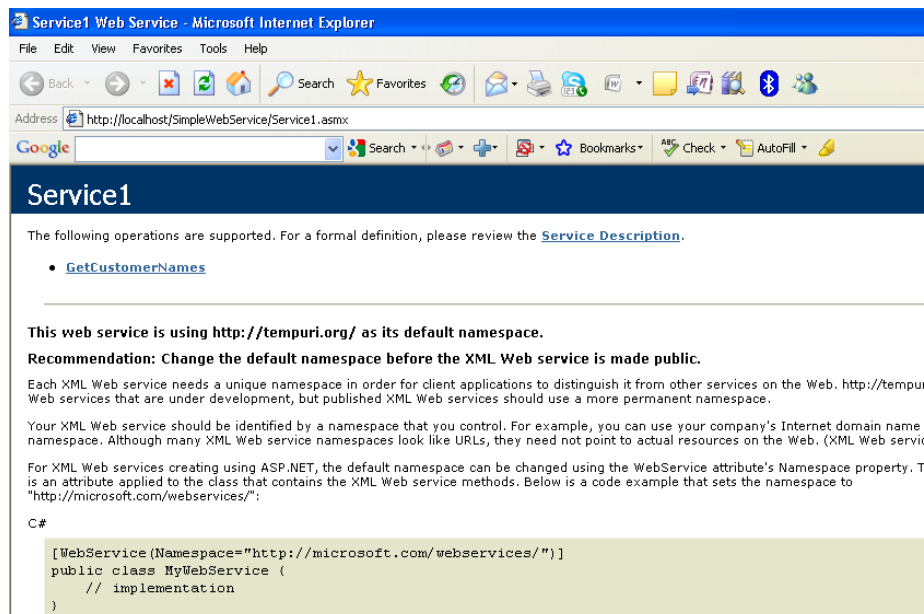
*Figura 80. Pruebas de calidad de software Publicación del proyecto*

**Fuente:** Elaboración propia

2. Verificar la correcta publicación desde los distintos terminales
3. Instalación de las bases de datos en producción
4. Migración de la información necesaria.

### 3.4.4. WEB SERVICE PARA LOS DISPOSITIVOS ZIGBEE

1. Instalación de la web service en los servidores Prodweb01 y Prodweb02
2. Verificar la correcta publicación de la web service



*Figura 81. Validación de la web service de ubicación de pulseras*

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4.5. CONFIGURACION DE LAS BALIZAS, RUTEADORES Y CONTROLADOR EN LA RED ZIGBEE

1. **BALIZAS:** Distribuir la serie de equipos de acuerdo a las necesidades y cobertura al interior del centro clínico. Para la correcta distribución de los equipos se distribuyó para que pueda cubrir en su totalidad los centros donde se instalaran estos equipos, como se muestra en el siguiente gráfico.

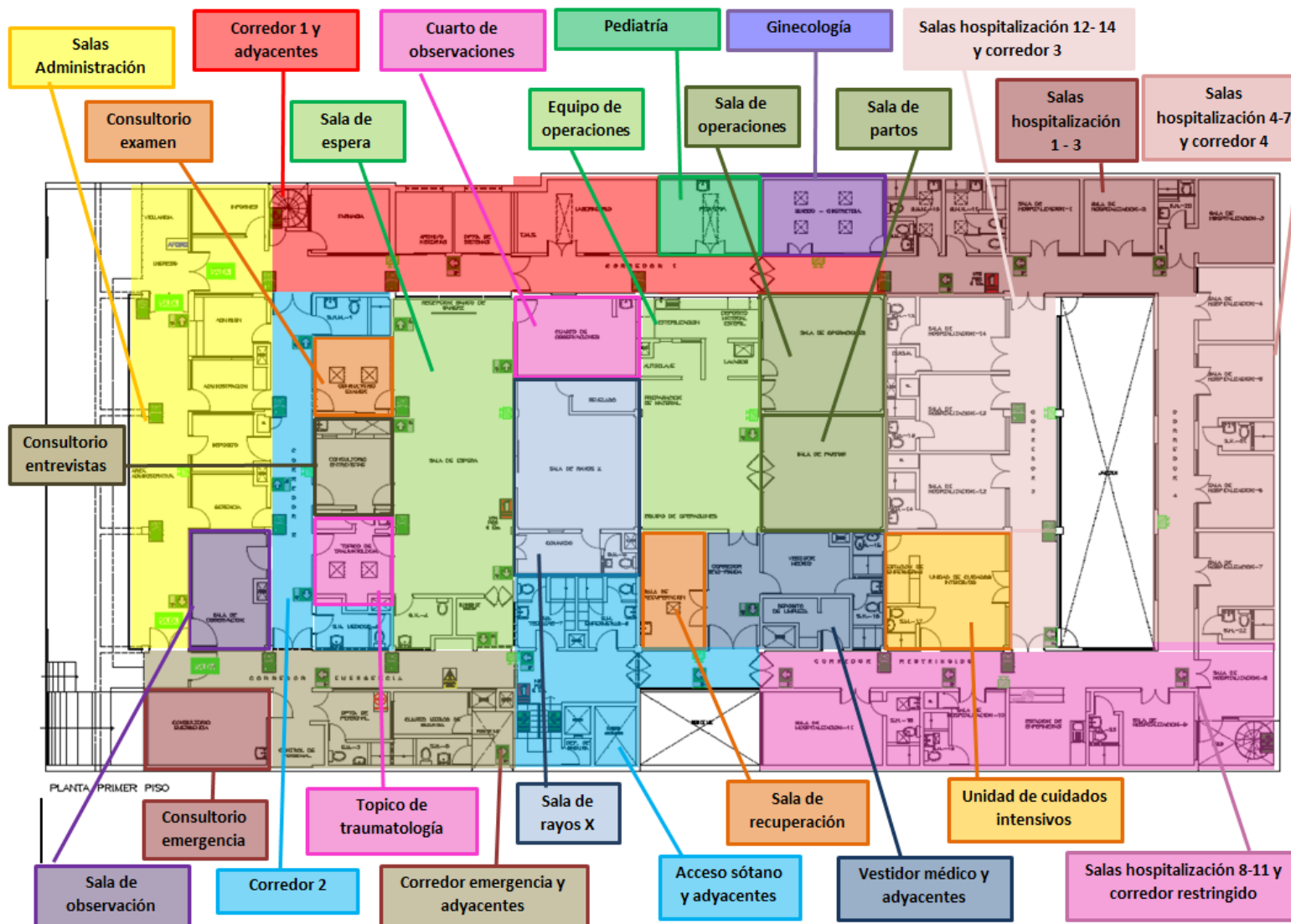


Figura 82. Ubicación de balizas por zonas dentro de la Clínica

Fuente: Elaboración propia



La disposición de balizas estará asociada a un identificador de su posición en el plano para la identificación de dispositivos por zonas. Esto es la base para poder tener actualizada la información en línea de todos los equipos y dispositivos en línea. Cada color especifica que habrá balizas asociadas a una zona.

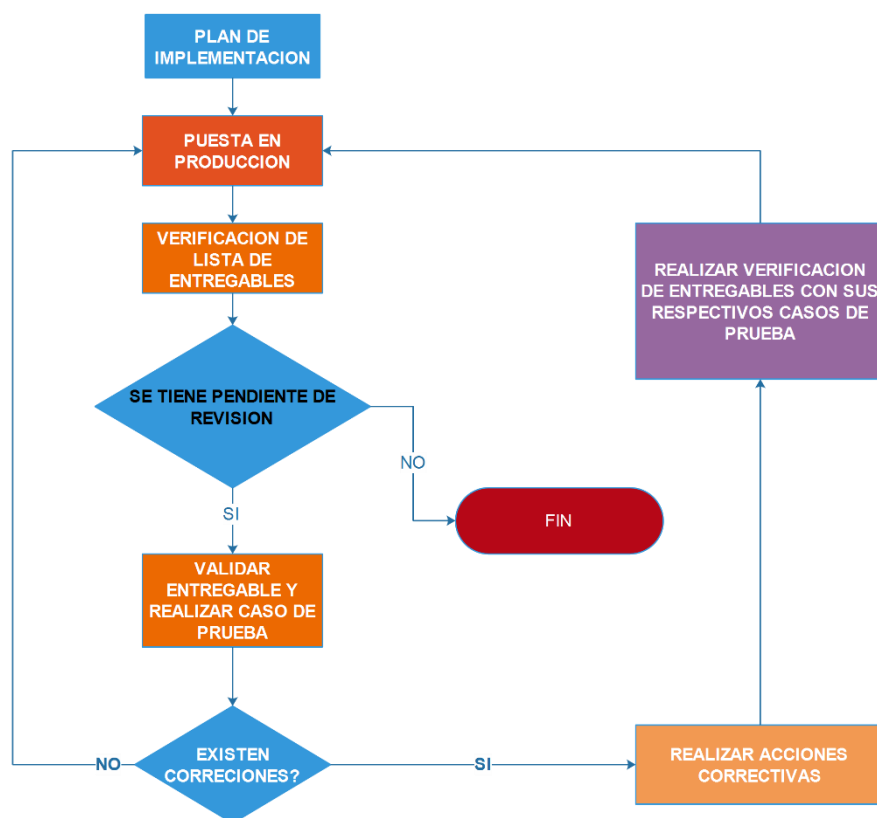
**2. RUTEADORES:** Estos dispositivos se configuraran una vez que se tengan identificadas las balizas y su respectiva ubicación y determinar cuáles de estas balizas estarán asociadas a un ruteador.

**3. COORDINADOR:** Este dispositivo tendrá la configuración de la red Zigbee, se configurará información general para poder usarlo y poder especificar el conjunto de ruteadores que estarán asociados al controlador. Este dispositivo también cuenta con una consola para poder ver los distintos equipos configurados y la información que se encuentran recibiendo.

### **3.5. MONITOREO**

El proceso de monitoreo nos permitirá verificar si la implementación se está llevando acabo y si en estos procesos surgen nuevas necesidades o se genera algún requerimiento por parte del cliente que amerita tener un control en su manejo para el cual se detalla una serie de procedimientos para el monitoreo y control de la presente solución.

Para poder tener un control en esta fase se procedió a realizar una serie de procedimientos para asegurar la correcta implementación y despliegue de la solución. En la siguiente imagen si detalla los pasos necesarios para poder terminar con una correcta implementación.



*Figura 83. Proceso de verificación y monitoreo en la implementación de la solución*

**Fuente:** Elaboración propia

El proceso de monitoreo debe formar parte del proceso de despliegue de la solución y por lo tanto debe protocolizarse cuando se tiene que verificar si la lista de entregables está cumpliendo con los requerimientos funcionales y no funcionales de la solución. La frecuencia de las reuniones de control, verificación y los informes depende de la duración del despliegue, también dependerá de las características y complejidad de los entregables. Este proceso se aplica desde el inicio del proyecto, en la implantación y despliegue de la solución, este esquema es referencial para esta solución y sus respectivos actores.

### **3.6. MANTENIMIENTO**

El mantenimiento del aplicativo desarrollado y su integración con la infraestructura Zigbee, es el inicio de muchas propuestas que actualmente se están utilizando para proveer soluciones que permitan tener datos disponibles en las organizaciones para una adecuada toma de decisiones, esta implementación es un claro ejemplo de que a futuro este aplicativo será la interfaz para poder conectar distintos tipos de equipos ya sean médicos y de automatización para poder integrar a un sistema que permita tener una mejor control del entorno organizacional. La telemedicina y control al milímetro de los distintos entornos hospitalarios son propuestas del IoT (Internet de las cosas), este proceso es continuo por la aparición de nuevos estándares y el creciente cambio tecnológico que se viene sufriendo en los últimos 20 años, y a medida que pasan los años el software deberá buscar cubrir nuevas necesidades de los usuarios finales, con el fin de extender su vida útil y hacer que la solución planteada sea más factible en su realización.

El proceso de mantenimiento y gestión de cambios es una actividad que se repite una vez implementado la solución y existen distintas razones y motivos que ameritan una modificación ya sea por distintas restricciones o dependencias externas a la empresa.

Para el mantenimiento y manejo del aplicativo a futuro se propone tener una serie de procesos para poder alargar o mantener la vida útil de la solución. En el siguiente esquema es específica cada uno de los procesos necesarios que amerita hacer la organización con el proveedor de la solución para poder mantener el aplicativo en constante evolución y mejorar las actividades que nazcan de las nuevas necesidades planteadas por la organización, por las áreas donde se crea nuevos procesos y procedimientos clínicos y por la integración de equipos médicos para poder trabajar directamente con la solución planteada.

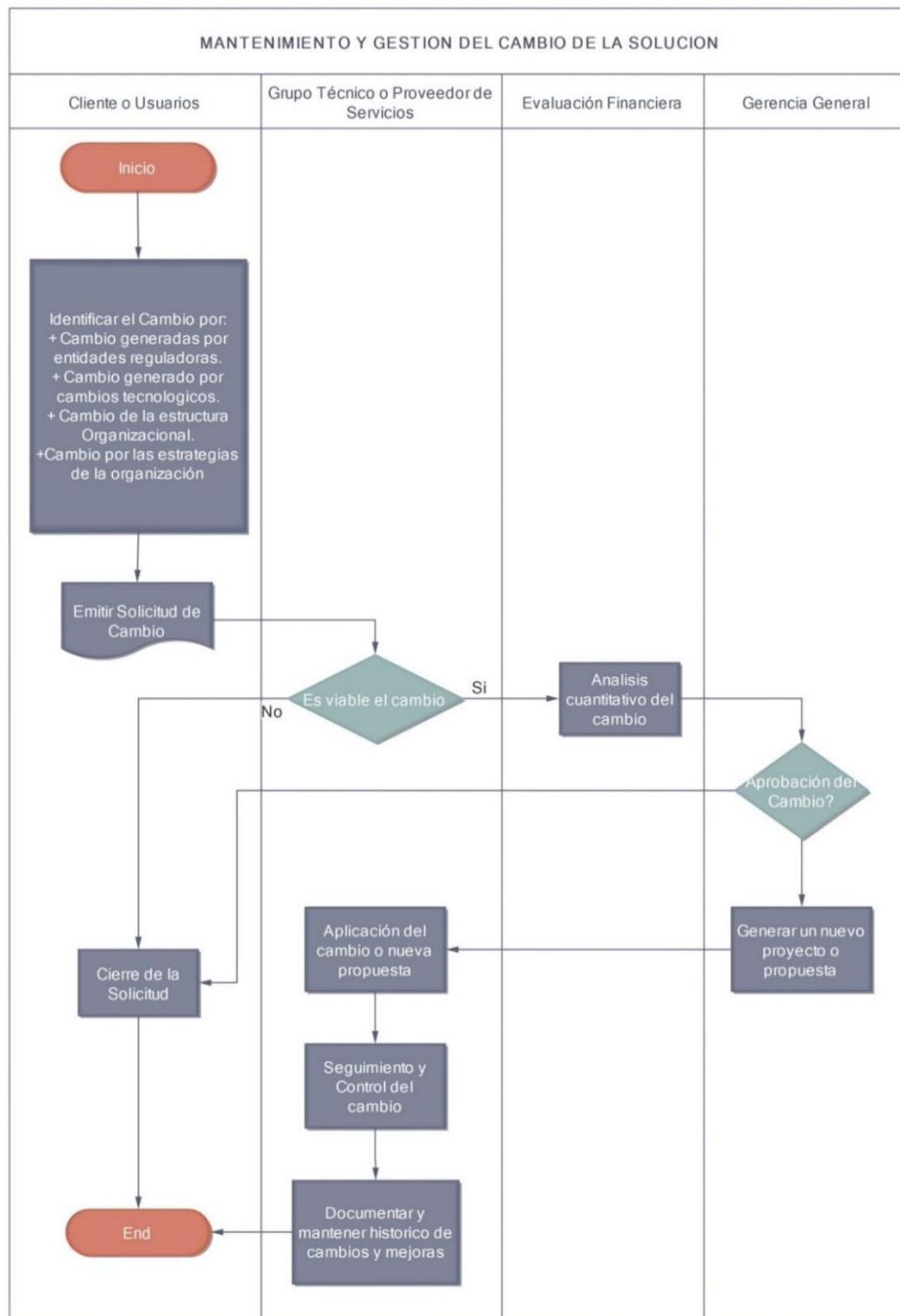


Figura 84. Gestionar los cambios y el mantenimiento

**Fuente:** Elaboración propia

En la *Figura 84* se puede explicar el proceso para el mantenimiento y gestión de cambios de la solución planteada. La mejora continua permite generar un constante mantenimiento del software.

## CAPÍTULO 4.

### ANÁLISIS DE COSTO Y BENEFICIO

#### 4.1. ANÁLISIS DE COSTO

Este apartado detallará la factibilidad del proyecto en términos económicos tanto en la implementación y en los costos que permitirá un ahorro futuro producto de su implementación en los siguientes años. Estos serán determinados por los costos incurridos para la realización del flujo de caja actual y los costos propuestos después de su implementación.

Diseñaremos un cuadro comparativo para realizar la validación económica del proyecto, donde se contrasten el costo del flujo del proceso actual y el costo del flujo del proceso propuesto como solución (ver *Tabla 37*).

Finalmente calcularemos el VAN y el TIR, a partir de la generación de un flujo de caja producto de la comparación antes mencionada.

En la *Tabla 33*, se detalla los costos por hora de recursos humanos, necesarios para el proyecto (jefe de proyecto y analistas: funcional, programador y especialista en pruebas).

Tabla 32. Tabla de costos del personal involucrado en el proyecto.

## PERSONAL

Perfil Profesional	Actividades a desempeñar	Dedicación (h/h mensuales)	Mensuales	Nº Meses	Total	A Financiar por la empresa
Ingeniero, Especialista de Desarrollo de Proyectos y Analista	Jefe de Proyecto	100	4,700.00	5	23,500.00	23,500.00
Ingeniero, Postgrado en Telecomunicaciones y Networking	Redes	100	2,500.00	1	2,500.00	2,500.00
Tecnico o Profesional Programador, Especializado en BD, Analisis y Diseño de Software	Analista Programador	100	3,000.00	5	15,000.00	15,000.00
Tecnico o Profesional Programador, Especializado en BD, Analisis y Diseño de Software	Analista Programador	100	3,000.00	5	15,000.00	15,000.00
Tecnico o Profesional Programador, Especializado en BD, Analisis y Diseño de Software	Analista Programador	100	3,000.00	4	12,000.00	12,000.00
Tecnico o Profesional Programador, Especializado Testing	Analista Testing	100	3,000.00	1	3,000.00	3,000.00
19,200.00					<b>Totales</b>	<b>71,000.00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Tabla 33. Costos de Software para la implementación del proyecto

## Software

Denominación del Software	Cant.	Precio unitario	Total Bs.	Justificación	A Financiar por empresa
Windows Server 2012	4	0,00	0,00	Equipos para Implementar el Sistema ya adquirido	0,00
Visual studio 2010	1	1.600,00	1.600,00	Equipo de Comunicación para la localización de las pulseras	1.600,00
SQL Server 2008 R2	1	3.200,00	3.200,00	Equipos para desarrollo	3.200,00
				<b>Totales</b>	<b>4.800,00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

En la *Tabla 33* se detalla los costos de implementación del proyecto (hardware, software y recursos humanos).

Tabla 34. Costos de Equipos para la implementación del proyecto

## EQUIPOS

Denominación del equipo	Cant.	Precio unitario	Total Bs.	Justificación	A Financiar por empresa
Balizas	30	280,00	8.400,00	Equipo de Comunicación para la localización de las pulseras	8.400,00
Pulseras	50	4,00	200,00	Pulseras que usaran los pacientes dentro de la clínica.	200,00
Cableado de Balizas	1	1.200,00	1.200,00	Cableado de equipos inalámbricos	1.200,00
Tablets (Hospitalización)	2	600,00	1.200,00	Equipos de apoyo par pie de cama.	1.200,00
Solucion de Contingencia Base de Datos	1	3.800,00	3.800,00	Contingencia de Perdida de Información	3.800,00
				<b>Totales</b>	<b>14.800,00</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

En la *Tabla 34* se detalla los costos de implementación del proyecto (hardware).



Dentro de los beneficios que va generar el proyecto se va asociar ahorros generados de la implementación del proyecto, el cual se detallan en la siguiente tabla.

*Tabla 35. Gastos Generados del trabajo actual (Ahorros en promedio que se pueden realizar)*

<b>Costos de Personal</b>	<b>Secretaria Medica Adicional</b>	<b>Médico Auditor</b>	<b>Personal Tramas</b>	<b>Horas Extras Medico Residente</b>	<b>TOTAL MENSUAL</b>
	1100	1600	1400	1500	4500
<b>Costos Procesos</b>	<b>Reproceso de Facturación</b>	<b>Revisiones de Historial Clínico</b>			
	500	500			1000
<b>Costos de Incidencias</b>	<b>Problema en la Identificación de un Paciente y costos asociados</b>	<b>Pérdida de Paciente de emergencia</b>	<b>Personal de equipo medico</b>		
1UIT	1000	1000	1000		3000
					8500

Una vez determinada la inversión inicial compuesta por los distintos gastos para la realización del proyecto y el monto de implementación del sistema de información y como flujo positivo el ahorro proyectado del proceso clínico generado post implementación del proyecto se procederá a mostrar el flujo de caja proyectado.

Tabla 36. Proyección de Flujo de Caja

PROYECTO: PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA INTEGRADO CON ZIGBEE						
	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	AÑO
Concepto	0	1	2	3	4	5
<b>Ingresos</b>						
Beneficios Netos	51,000	102,000	102,000	102,000	102,000	102,000
<b>Gastos</b>						
Personal y Alternos	-6,000					
Equipo de proyecto	-71,000					
<b>Inversión</b>						
Hardware	-14,800					
Software	-4,800					
Soporte Medico	-6,000	-14,000	-14,000	-14,000	-14,000	-14,000
Capacitación y Soporte	-3,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000
Mantenimiento y Mejoras	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000	-2,000
Plan del proyecto	-4,000					
<b>Flujo de Caja</b>	<b>-60,600</b>	<b>85,000</b>	<b>85,000</b>	<b>85,000</b>	<b>85,000</b>	<b>85,000</b>
TEA	15%					
TEM	1.2%					
<b>VAN</b>	<b>224,333</b>	EL VAN > 0		El proyecto es rentable		
<b>TIR anual</b>	<b>138%</b>	TIR= 138% > 10%		Proyecto factible		

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.2. ANÁLISIS DE BENEFICIO

Para este apartado, vamos a definir los beneficios tangibles e intangibles.

### 4.2.1 Beneficios tangibles:

Estos beneficios se caracterizan por ser medibles: ahorro en costos, materiales, recursos humanos, etc.

- Se reducirá el tiempo de atención de los pacientes tanto en consultorio externo, sala de operaciones, radiología, laboratorio y consultorio externo.
- Se eliminará los costos asociados de pago a un personal dedicado a la verificación de tramas de manera manual.
- Se elimina costos asociados a verificación de historias clínicas, facturas y solicitudes de historia clínica.
- Se eliminará pago de personal digitador a tiempo completo para la transcripción de historias clínicas.

#### **4.2.2. Beneficios intangibles:**

Estos beneficios involucran mejoras en distintas áreas, en los pacientes y en los procesos que se siguen para poder realizar la facturación con las compañías de seguro y envío de información sensible a SUSALUD.

en la disponibilidad de consultorios externos para pacientes en espera, disponibilidad de sala de operaciones para pacientes que tienen una operación en cola.

#### **Consultorio Externo:**

- Contar con disponibilidad de consultorios en momento de alta demanda.
- Mejora en la rapidez de atención de pacientes en consultorio
- Mejora en la comunicación entre áreas que necesitan información del paciente.

#### **Sala de Operaciones:**

- Contar con disponibilidad de sala de operaciones y toma de datos de pacientes antes del ingreso a sala de operaciones.

- Mejora en la identificación de pacientes y consulta de información en línea al momento de la operación.
- Rapidez en la atención de pacientes en sala de operaciones.

**Pacientes:**

- Satisfacción en la atención e identificación del paciente.
- Satisfacción en la demora de la solicitud de historia clínica.
- Atención personalizada a pie de cama.

**Facturación:**

- Datos más fiables para la facturación con las compañías de seguro
- Facturación rápida y con poca probabilidad de tener inconsistencias.

**Comunicación:**

- Mejor flujo de información con SUSALUD a nivel de tramas para el reporte mensual y anual de información clínica.
- Mejora en el envío de información de tramas a las aseguradoras.
- Mejora en la comunicación entre áreas respecto a información clínica de un paciente.

## CONCLUSIONES

- ✓ Desde hace pocos años se está viviendo no solo una revolución tecnológica, sino una revolución de la transformación digital, donde las empresas tienen que analizar y replantear sus estrategias para que las organizaciones puedan incrementar su productividad reduciendo costos. La transformación digital no solo es una moda, sino una manera de que las organizaciones impulsen de manera constante su innovación y desarrollo, para que obtengan no solo beneficios económicos, sino también mejoras en los procesos de la organización.
- ✓ Para determinar la factibilidad de la presente tesis, se tuvo que analizar los distintos factores críticos de éxito de la organización, en base a ponderaciones y puntajes se hizo un análisis de los puntos que tienen que ser resueltos y el impacto que se genera en cuanto a mejoras de los procesos y sus costos asociados. Para este análisis se tuvo en cuenta el uso de distintas herramientas utilizadas por PMI como: Entrevistas, grupos focales, lluvia de ideas, técnicas analíticas y estudios comparativos.
- ✓ El diseño del sistema de información propuesto permite contara con una interfaz amigable, y un sistema de ubicación de clientes en el aplicativo, es muy fácil de utilizar y permite ejecutar el proceso de atención a los pacientes en las distintas áreas con información en línea, reduciendo los costos asociados producto de re-trabajos, lo cual generará un VAN de S/. 224,333.00, con 138% TIR, siendo este altamente rentable para la Clínica San Bernardo S.A.
- ✓ Para mejorar el desempeño de todo sistema se debe hablar de optimización de los procesos, esto se logra buscando un punto de equilibrio entre la tasa de llegada de

pacientes y la tasa de servicio para las atenciones en un entorno clínico. En este caso la tasa de llegada será estática debido a que es un parametro incontrolable, esto quiere decir, que no se puede controlar el arribo de pacientes a la clínica; sin embargo, sí se puede modificar la tasa de servicio o atención cambiando las condiciones físicas del área de Consulta Externa o mejorándolo, por ejemplo, aumentando el número de consultorios externos(servidores) o mejorando los procesos internos para una atención más rápida y eficaz.

## RECOMENDACIONES

- ✓ La realización de esta tesis, se basa en una solución tecnológica, pero su uso va apoyado de replantear soluciones a problemas que se tienen actualmente en algunas áreas y servicios, planteando mejoras en algunos procesos y las capacitaciones al personal involucrado para su manejo, con esto se puede decir que “La tecnología es el medio para alcanzar los objetivos y estos tienen que ser apoyados con ideas y personas que puedan llevarlo a cabo”.
- ✓ El uso de la metodología de software y desarrollo de proyectos se basan en el tipo de proyecto que se plantea realizar, muchas metodologías para la realización de proyectos de software están cambiando y muchos de ellos pueden ser extendidos usando otras metodologías para una mejor organización de los equipos de trabajo.
- ✓ Para implementar una mejora en la atención de pacientes haciendo usos de tecnologías actuales en la atención de pacientes en los distintos servicios de un entorno clínico, evitando demoras y mejorando la calidad, son los grandes retos para clínicos y centros de salud en Peru, teniendo así su aprobación y fidelidad, para generar mayores ingresos y evitar pérdidas por rechazos de pacientes mal atendidos e insatisfechos.
- ✓ El sistema a implementar tiene un gran número de ventajas tecnológicas a futuro, que no se explican en la tesis por temas de no ahondar y hacer extensa la documentación de la presente tesis. El uso de IoT estará en crecimiento en los siguientes años y esta solución se acopla perfectamente para poder brindar los servicios del internet de las cosas.

## BIBLIOGRAFIA

- Ahmad K. Shuja, J. K. (2007). *IBM Rational Unified Process Reference and Certification Guide*. U.S.: Pearson Education.
- Alfonso Alvares, R. d. (02 de Julio de 2012). *Métodos Ágiles y Scrum*. Obtenido de <https://www.projectmanager.soy/tag/metodos-agiles/>
- Anderson, D. J. (2010). *Successful Evolutionary Change for Your Technology*. U.S.: Blue Hole Press.
- Arias, A. (2015). *Aprende Sobre la Ingenieria de Software*. Bogota: IT Campus Academy.
- Cardozzo, D. R. (2016). *Desarrollo de Software*. Bogota: IT Campus Academy.
- Marla Glen, J. M. (23 de Mayo de 2012). *Zigbee*. Obtenido de <https://sx-de-tx.wikispaces.com/ZIGBEE>
- Martel, A. (2014). *Gestión Práctica de Proyectos con Scrum*. México: CreateSpace Independet Publishing Platform.
- Morales, M. S. (2017). *Principios de Programacion Orientada a Objetos*. España: Editorial Elearning, S.L.
- Net, Z. (03 de Diciembre de 2012). *Imperial College London*. Obtenido de Research & Innovation: [http://www2.ee.ic.ac.uk/t.clarke/projects/Resources/Zigbit\\_dev\\_2.0\\_documentation/HTML%20help/App\\_zbn.html](http://www2.ee.ic.ac.uk/t.clarke/projects/Resources/Zigbit_dev_2.0_documentation/HTML%20help/App_zbn.html)
- Peruano, E. (03 de Julio de 2011). Ley de Protección de Datos Personales. *El Peruano*, pág. 01.
- Peruano, E. (23 de Junio de 2012). Ley 26842. *Ley que Modifica el Artículo 11 de la Ley 26842*, pág. 02.
- Peruano, E. (06 de Diciembre de 2013). Decreto Legislativo Nro. 1158. *Normas Legales*, pág. Artículo Nro. 4.
- Sebastian Ruben Gomez Palomo, E. M. (2014). Aproximación a la Ingeniería del Software. En E. M. Sebastian Ruben Gomez Palomo, *Aproximación a la Ingeniería del Software* (pág. 37). Madrid: CENTRO DE ESTUDIOS RAMÓN ARECES. S.A.
- Sommerville, I. (2005). *Ingenieria de Software*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Technology, B. C. (30 de Marzo de 2018). *CodeIgniter*. Obtenido de <https://www.codeigniter.com/userguide3/overview/appflow.html>
- Webfuel. (02 de Febrero de 2015). *Sitio Webfuel*. Obtenido de <https://www.webfuel.com/what-is-a-responsive-user-interface>
- ZigBee Alliance, I. (7 de Setiembre de 2012). *ZigBee Alliance*. Obtenido de ZigBee Alliance: <http://www.zigbee.org/wp-content/uploads/2014/11/docs-05-3474-20-0csg-zigbee-specification.pdf>



## GLOSARIO

**HCE.** – Abreviatura de historia clínica electrónica, también denominada como historia clínica informatizada(HIS), es el registro automatizado de los datos personales, procedimientos y registro de historial clínico de un paciente. Estos son obtenidos de manera electrónica, y su proceso de actualización es por medio de sistemas clínicos.

**ZIGBEE.** - Es la especificación de una serie de protocolos de alto nivel para entornos de comunicación inalámbrica con radiodifusión digital de bajo consumo. Es conocido como la tecnología de red inalámbrica que hace uso de un bajo consumo de energía.

**HL7 (Health Level Seven).** - Es todo un conjunto de estándares que se están mejorando constantemente para el intercambio electrónico de información para las historias clínicas.

**BALIZAS.** – Son dispositivos utilizados en redes Zigbee que transmiten y reciben datos de los servidores tags de la red.

**PULSERAS (TAGS).** – Dispositivos que envían información a las balizas. Estos dispositivos envían información periódicamente y las balizas son las que reciben la información.

**XML.** – Conocido como Extensible Markup Language (lenguaje de marcas extensible), es un metalenguaje muy conocido actualmente, y también con la mejora de la web 2.0 el uso de etiquetas se ha hecho extensible para el entorno web actual.

**CLIENTE.** - Aplicación que es ejecutada en un dispositivo inteligente, la cual se conecta a un servidor (middleware) con el fin de implementar distintas funciones que permitan dar apoyo al cliente.

**SERVIDOR.** – Dispositivo hardware para el procesamiento de datos dentro de una red interna.

**CLIENTE-SERVIDOR.** – Tipo de arquitectura tecnológica, en la que cada ordenador es independiente y su definición le permitirá cumplir un rol dentro de una implementación.

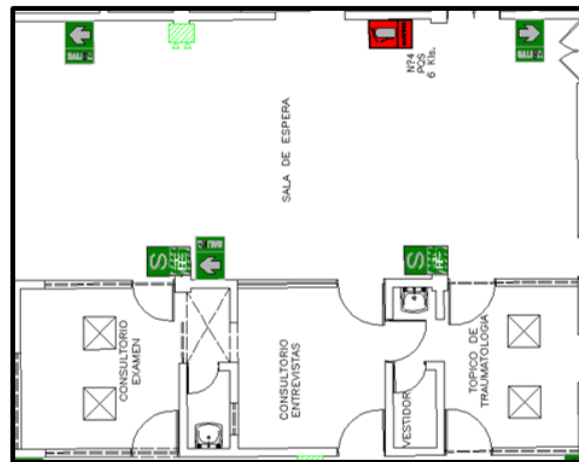
**EA (EFECTOS ADVERSOS).** – Es un término usado en distintos entornos, pero en el entorno clínico hace referencia a los efectos no deseados producto de algún procedimiento realizado.

**HISTORIA CLÍNICA.** - Es el principal documento médico y legal utilizado en un entorno clínico en el que se registra los datos, de identificación y de los procesos relacionados con la atención del paciente.

**IoT.** – Internet de las cosas (Internet of things) es un término muy utilizado en estos últimos años, y es un concepto que se refiere a la interconexión digital de todo tipo de objetos cotidianos conectados e intercomunicados haciendo uso de internet.

## ANEXOS

**a). CASO:** En la sala de espera de la Clínica San Bernardo que tiene capacidad para 3 personas. Las personas arriban al sistema de acuerdo con una tasa de 8 por hora con distribución de Poisson y son atendidas por dos Médicos en consultorio Externo en 10 minutos con distribución exponencial para cada una de ellas. Si alguien llega y el sistema está lleno, se retira sin entrar.



Fuente: Elaboración Propia – Sala de Espera de la Clínica San Bernardo S.A.

### Variables de Estado del Prototipo

$\lambda$  Tasa media de llegadas por unidad de tiempo.

$\mathbf{M}$  Tasa media de servicio (número medio de servicios completados por unidad de tiempo).

$\mathbf{P}$  Factor de utilización de la unidad de servicio.

$\mathbf{N}$  Número de unidades en el sistema.

$\mathbf{P}_n$  Probabilidad de que cuando una unidad llega al sistema para recibir servicio haya  $n$  unidades en el sistema.

$\mathbf{L}$  número medio de unidades en el sistema.

$\mathbf{L}_q$  número medio de unidades en la cola a la espera de recibir servicio.

$\mathbf{W}$  tiempo medio de estancia en el sistema para cada unidad (tiempo de espera + tiempo de servicio).

$\mathbf{W}_q$  tiempo medio de espera en la cola (desde que llega hasta que empieza a ser servido).

$$P_0 = \left( 1 + \frac{\lambda_0}{\mu_1} + \frac{\lambda_0 \lambda_1}{\mu_1 \mu_2} + \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2}{\mu_1 \mu_2 \mu_3} + \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3}{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \mu_4} + \frac{\lambda_0 \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3 \lambda_4}{\mu_1 \mu_2 \mu_3 \mu_4 \mu_5} \right)^{-1}$$

$P_0$  es la probabilidad que llegue un paciente al sistema y se expresa en función de la tasa media de llegadas de acuerdo a la formula mostrada.

$$P_0 = \left( 1 + \frac{8}{6} + \frac{8^2}{6*12} + \frac{8^3}{6*12^2} + \frac{8^4}{6*12^3} + \frac{8^5}{6*12^4} \right)^{-1} = 0.22355$$

$$P_1 = \frac{8}{6} * 0.22355 = 0.29806$$

$$P_2 = \frac{8^2}{6*12} * 0.22355 = 0.19871$$

$$P_3 = \frac{8^3}{6*12^2} * 0.22355 = 0.13247$$

$$P_4 = \frac{8^4}{6*12^3} * 0.22355 = 0.08833$$

$$P_5 = \frac{8^5}{6*12^4} * 0.22355 = 0.05888$$

$$\bar{\lambda} = \sum_{n=0}^N \lambda_n P_n$$

$$\bar{\lambda} = \sum_{n=0}^5 \lambda_n P_n = (8)(0.22355) + (8)(0.29806) + (8)(0.19871) + (8)(0.13247) + (8)(0.08833) + (0)(0.05888) = 7.52896 \text{ personas por hora}$$

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}}{\mu * s} = \frac{7.52896}{6 * 2} = 0.62741$$

$$L_S = \sum_{n=0}^N n * P_n$$

$$L_S = \sum_{n=0}^5 n * P_n = (0)(0.22355) + (1)(0.29806) + (2)(0.19871) + (3)(0.13247) + (4)(0.08833) + (5)(0.05888) = 1.74061 \text{ personas}$$

$$L_q = \sum_{n=s}^N (n-s) * P_n = \sum_{n=2}^5 (n-2) * P_n = (1)(0.13247) + (2)(0.08833) + (3)(0.05888)$$

$$L_q = 0.48577 \text{ personas}$$

$$\bar{\lambda}_{DentroSistema} = (1 - P_5) * (\lambda) = (1 - 0.05888) * 8 = 7.53$$

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{1.74061}{7.52896} = 0.23119 \text{ horas} = 13.871 \text{ minutos}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} = \frac{0.48577}{7.52896} = 0.06452 \text{ horas} = 3.871 \text{ minutos}$$

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu} \implies W_s - W_q = 13.871 \text{ minutos} - 3.871 \text{ minutos} = 10 \text{ minutos} = \frac{1}{\mu}$$

$$L_s = L_q + \rho * S \implies L_s - L_q = 1.74061 \text{ personas} - 0.48577 \text{ personas} = \rho * S$$

$$1.25484 = \rho * S = 0.6274 * 2$$

$$\text{Número de Pacientes rechazadas del sistema} = R = \lambda - \bar{\lambda}_{\text{Dentro Sistema}}$$

**b. Toma de Datos:**

Muestra n	Intervalos de Tiempo		Numero de Pacientes por periodo de 5 minutos
	Intervalo i	Intervalo i+1	
0	15:00	15:05	3
1	15:05	15:10	
2	15:10	15:15	1
3	15:15	15:20	
4	15:20	15:25	
5	15:25	15:30	
6	15:30	15:35	2
7	15:35	15:40	
8	15:40	15:45	
9	15:45	15:50	3
10	15:50	15:55	
11	15:55	16:00	
12	16:00	16:05	
13	16:05	16:10	
14	16:10	16:15	
15	16:15	16:20	2
16	16:20	16:25	
17	16:25	16:30	
18	16:30	16:35	
19	16:35	16:40	
20	16:40	16:45	
21	16:45	16:50	2
22	16:50	16:55	
23	16:55	17:00	
24	17:00	17:05	

**Tiempo total**  
**Horas/ Numero**  
**total de pacientes**

2:05

13

**En**  
**minutos**  
**Intervalo:**  
**5min =**

125

0:05

$$\lambda = \frac{\text{Total Pacientes}}{\text{Tiempo total en minutos}}$$

0,104

pacientes  
por  
minuto

Muestra n	Intervalos de Tiempo		Numero de Pacientes por periodo de 5 minutos
	Intervalo i	Intervalo i+1	
0	15:00	15:05	1
1	15:05	15:10	
2	15:10	15:15	
3	15:15	15:20	2
4	15:20	15:25	
5	15:25	15:30	
6	15:30	15:35	3
7	15:35	15:40	
8	15:40	15:45	
9	15:45	15:50	1
10	15:50	15:55	
11	15:55	16:00	
12	16:00	16:05	
13	16:05	16:10	
14	16:10	16:15	
15	16:15	16:20	3
16	16:20	16:25	
17	16:25	16:30	
18	16:30	16:35	
19	16:35	16:40	
20	16:40	16:45	
21	16:45	16:50	1
22	16:50	16:55	
23	16:55	17:00	
24	17:00	17:05	

**Tiempo total**  
**Horas/ Numero**  
**total de pacientes**  
**En**  
**minutos**  
**Intervalo:**  
**5min =**

2:05

11

125

0:05

$$\lambda = \frac{\text{Total Pacientes}}{\text{Tiempo total en minutos}}$$

0,088

pacientes  
por  
minuto

### TOMA DE TIEMPO DE SERVICIOS

Personas	Tiempo Conometrado (Minutos)
1	12
2	15
3	10
4	12
5	14
6	17
7	9
8	14
9	18
10	13
11	11
12	15
13	16
14	11
15	10
16	25
17	10
18	13
19	14
20	13
21	10
22	11
23	8
24	6
25	17
<b>TOTAL</b>	<b>324</b>

$\mu = (\text{Min/Persona}) \quad 12,96$



### TOMA DE TIEMPO DE SERVICIOS

Personas	Tiempo Conometrado (Minutos)
1	11
2	15
3	18
4	9
5	14
6	17
7	14
8	10
9	18
10	16
11	11
12	15
13	16
14	11
15	17
16	25
17	10
18	16
19	10
20	8
21	10
22	20
23	18
24	22
25	17
<b>TOTAL</b>	<b>368</b>

$\mu = (\text{Min/Persona}) \quad 14,72$